

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I



TESIS DOCTORAL

R&D SERVICES OFFSHORING BY SPANISH FIRMS

***EL OFFSHORING* DE SERVICIOS DE I+D EN LAS EMPRESAS
ESPAÑOLAS**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Mery Patricia Tamayo Plata

Directora

Elena Huergo Orejas

Madrid, 2013



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I

TESIS DOCTORAL

Programa de Doctorado en Análisis Económico Aplicado

**EL *OFFSHORING* DE SERVICIOS DE I+D EN LAS
EMPRESAS ESPAÑOLAS**

Mery Patricia Tamayo Plata

Directora:

Prof. Dra. Elena Huergo

Madrid, 2013

Agradecimientos

La entrega de esta tesis no es, ni mucho menos, un punto de llegada, pero sí representa una meta cumplida, en la cual yo soy apenas parte de un equipo que está integrado por otras personas e instituciones cuyos aportes son los que la han hecho posible. Para todos ellos, incluso para quienes no quedan expresamente mencionados a continuación, mis agradecimientos.

Primero que todo, a Elena Huergo, quien a pesar de sus compromisos administrativos con la Universidad me dedicó más horas de las que hubiera debido, mantuvo siempre el interés suyo y la motivación mía para alcanzar los resultados que se entregan en ese documento. María García de la Vega ha tenido la generosidad de permitir que me sumara a un equipo de trabajo que había adelantado con Elena, de acogerme en Inglaterra, de plantear nuevas preguntas de investigación y enriquecer las demás.

De la Universidad Complutense de Madrid, y en particular en el Grupo de Investigación en Productividad, Innovación y Competencia (GRIPICO) he recibido el apoyo y los recursos necesarios para llevar adelante la tesis doctoral; en la Universidad de Alcalá cursé muchas de las materias del Máster en Análisis Económico Aplicado, y además de agradecer, no puedo dejar de recordar a Luis Toharia, quien hubiera querido que viera este trabajo finalizado; la Universidad de Nottingham me acogió como si fuera una doctoranda suya.

El CIDET permitió el acceso a su base de datos sin la cual no sería posible haberme decantado por este tema, y espero que los hallazgos obtenidos sean retribución suficiente.

Los comentarios y sugerencias de Adelheid Holl y Alberto López Sebastián han enriquecido la versión final de esta tesis. Así mismo las contribuciones de Iulia Siedschlag y Maria Luisa Mancusi orientan futuras publicaciones que se desprenden de esta tesis.

Algunos capítulos de este trabajo fueron presentados en la "3rd SEEK Conference - Engines for More and Better Jobs in Europe" celebrada en Mannheim (abril 2013); en Bangkok en la "3rd Annual International Conference on Qualitative and Quantitative Economics Research" (mayo 2013) y en ENEF 2013 Meeting en Madrid España (Septiembre 2013).

Mis compañeros de estudio con el paso de los meses se convirtieron en compañeros de esta aventura lejos de casa, y quedan como amigos inolvidables. Las jornadas compartidas con ellos, llenas tanto de alegrías permanentes y desánimos temporales como de expectativas y esfuerzos académicos tienen tanto valor para mí como el resultado de este trabajo.

Vicky y Juan fueron mi familia estos años y lo seguirán siendo siempre.

Quiero expresar inmensa gratitud a la Universidad EAFIT, a mis compañeros docentes e investigadores, a mis estudiantes y a mis jefes por permitirme y apoyar este reto, y por mantener para mí un espacio al que espero volver habiendo mejorado profesional y personalmente.

A mi gran cómplice y buen amor, Andrés, por su apoyo y por haber creído con tanta firmeza en este proyecto de vida. A mis padres, Antonio y Cruzana, a Lucía, Nelly, Edison, Sofía y Tomás quienes siempre mantuvieron mi corazón cálido y me animaron a cada instante, especialmente cuando el desánimo llegaba.

A todos, espero tener nuevas oportunidades de compensarles su apoyo y comprensión.

ÍNDICE

Capítulo 1: Introducción

1.1. Relevancia de la investigación y objetivos

1.2. Estructura de la tesis

Referencias bibliográficas

Capítulo 2: Marco teórico y conceptual

2.1. Introducción

2.2. *Offshoring*: Definición

2.3. El *offshoring* de servicios con alto contenido tecnológico

2.4. *Offshoring*, salarios y empleo

2.4.1. Algunas aproximaciones teóricas

2.4.2. Estudios empíricos

2.5. El impacto del *offshoring* de servicios sobre el mercado laboral doméstico: tres trabajos significativos

Referencias bibliográficas

Capítulo 3: El *offshoring* de I+D en las empresas españolas: una examen preliminar

3.1. Introducción

3.2. El *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas del PITEC

3.3. Determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas

3.4. Determinantes de la cuantía del *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas

3.5. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Apéndice 3.1: Correspondencia de las actividades de alta-media y baja tecnología con los códigos a dos dígitos de la clasificación NACE Rev. 2

Apéndice 3.2: Estadísticos descriptivos de las principales variables. Sólo empresas de manufacturas y servicios

Apéndice 3.3: Estimaciones complementarias

Capítulo 4: El *offshoring* de I+D de las multinacionales y la confianza entre países

4.1. Introducción

4.2. Modelo empírico y variables principales

4.2.1. Las transferencias de tecnología

4.2.2. La confianza en el país anfitrión

4.2.3. Características del país sede de la empresa

4.2.4. Características de la empresa

4.3. Resultados econométricos

4.4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Apéndice 4.1: Fuentes de información y construcción de variables

Apéndice 4.2: Estimaciones complementarias

Capítulo 5: El efecto del *offshoring* de servicios de I+D en el empleo cualificado: evidencia intra-empresa

5.1. Introducción

5.2. *Outsourcing*, *offshoring* y empleo cualificado: estado del arte

5.3. Modelo y datos

5.3.1. El modelo

5.3.2. Descripción de la base de datos y las principales variables

5.4. Resultados

5.5. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Apéndice 5.1: Correspondencia de las actividades de alta-media y baja tecnología con los códigos a dos dígitos de la clasificación NACE Rev.2

Apéndice 5.2: Definición de variables

Apéndice 5.3: Contrastes de normalidad de los errores

Apéndice 5.4: Estimaciones complementarias

Capítulo 6: Conclusiones

Referencias bibliográficas

Capítulo 1: Introducción

1.1. Relevancia de la investigación y objetivos

Actualmente el fenómeno de *outsourcing* o deslocalización de los servicios está tomando gran relevancia, a diferencia de décadas pasadas cuando la deslocalización se presentaba principalmente en el sector de las manufacturas, obedeciendo ante todo a una necesidad de disminuir costes. Esta deslocalización en el sector servicios responde a aspectos como la búsqueda de nuevos mercados, el desarrollo de determinadas tecnologías y el aprovechamiento del capital humano, entre otros.

El proceso de *outsourcing* ha crecido cada vez más hacia servicios avanzados que involucran mayor complejidad administrativa y técnica y que requieren mayor cualificación de la mano de obra. De hecho, una proporción importante de estos intercambios en servicios intensivos en conocimiento se refiere a servicios de Investigación y Desarrollo (I+D). Asimismo, coincidiendo con el proceso de globalización de las economías, una parte cada vez más importante de estas transacciones se establece entre instituciones localizadas en diferentes países, dando lugar a lo que se conoce como *offshoring* de servicios. Así, por ejemplo, los datos de la National Science Foundation (2010) revelan que en Estados Unidos se ha producido un aumento de las importaciones de I+D de en torno al 23%.

El incremento del fenómeno general del *offshoring* ha generado varios estudios teóricos y empíricos que obedecen a objetivos diversos como son analizar sus motivos, observar su impacto en ciertos mercados, y comparar sus efectos entre países. Desde un punto de vista empírico, los estudios existentes sobre *offshoring* han trabajado principalmente con datos de sectores, industrias, ocupaciones o tareas y, en menor medida, con datos de empresas, lo que ha producido una gran heterogeneidad en los resultados obtenidos.

Cada estudio parece estar asociado en muchos casos a definiciones y conceptos diferentes de *outsourcing* internacional u *offshoring*, aunque por lo general se diferencia si la externalización se hace dentro de las fronteras del país o fuera de ellas. En la mayoría

de estos trabajos se denomina *outsourcing* a aquella parte de la actividad productiva llevada a cabo a través de medios de producción externos a la empresa, ya sea en la misma zona geográfica o en otra, y se llama *offshoring* al proceso de *outsourcing* que implica el traslado al extranjero de los medios de producción necesarios para llevar a cabo una determinada actividad, tanto si los medios de producción permanecen internos en la empresa, como si son contratados por terceros (CDTI, 2007). Esta será la definición utilizada a lo largo de esta investigación.

Como objetivo general esta tesis pretende profundizar en el análisis del *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas, con el fin de conocer que aspectos y variables contribuyen en su realización y sus repercusiones en el mercado laboral de los investigadores.

Este objetivo general se articula mediante los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una detallada revisión bibliográfica sobre los diferentes autores que abordan la temática del *offshoring* de servicios, analizando las diferentes definiciones, la evolución del fenómeno y la literatura teórica y empírica que lo relaciona con los cambios en salarios y empleo.
- Proporcionar evidencia actualizada sobre el proceso de *offshoring* de I+D de las empresas españolas a partir del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) durante el periodo 2004-2010, construyendo variables que permitan relacionar el concepto de *offshoring* de I+D con características propias de la empresa y, en especial, con su sector de actividad y con su pertenencia o no a un grupo de negocios.
- Relacionar la confianza relativa entre países con la forma en que las empresas localizadas en España y pertenecientes a un grupo empresarial realizan el *offshoring* de I+D, ya sea a través de canales del mercado o por medio de empresas del grupo.
- Evaluar el impacto que tiene el *offshoring* de I+D sobre la demanda empresarial de investigadores en España en el periodo de 2004-2009, identificando los efectos que predominan en cada sector.

Esta tesis posee dos aspectos distintivos que la hacen específica. En primer lugar, se concentra en el *offshoring* de actividades de I+D, que son un caso muy peculiar de servicios de alto contenido tecnológico y que por tanto pueden tener una repercusión diferente en las economías que otro tipo de *offshoring*.¹ Y en segundo lugar, estudia distintos aspectos de este fenómeno desde una óptica microeconómica, tomando la empresa como unidad de análisis.

1.2. Estructura de la tesis

En los diferentes capítulos se busca desarrollar los objetivos propuestos. Por tal razón se abordan diversos aspectos relacionados con la realización del *offshoring* de I+D y, en la medida en que los datos lo permiten, se diferencia entre empresas manufactureras y de servicios. Además, se tiene en cuenta el distinto comportamiento que pueden tener las empresas independientes respecto a las pertenecientes a un grupo de negocios, a la hora de sus motivaciones para realizar compras de servicios en el extranjero.

En concreto, el Capítulo 2 titulado “**Marco teórico y conceptual**” se inicia mostrando las distintas definiciones de *offshoring* usadas en la literatura y especificando la que se empleará en esta tesis.

En este capítulo también se realiza una revisión del estado del arte clasificando los estudios según su aproximación al problema: en un primer grupo aparecen los estudios con una visión más macroeconómica, donde los autores generalmente sustentan su análisis en modelos de equilibrio general con dos países, Norte y Sur; y en un segundo grupo se incluyen los estudios que optan por una orientación más microeconómica.

Finalmente se describen en detalle tres estudios que analizan la relación del *offshoring* con el empleo y los salarios desde una perspectiva microeconómica: los de Amity y Wei (2006), Crinó (2010) y Geishecker y Görg (2013), que servirán de referencia para el análisis empírico realizado en el Capítulo 5.

¹ Así, por ejemplo, si bien podría esperarse que un aumento del *offshoring* generase la disgregación de los recursos específicos de la empresa y la necesidad de una mayor supervisión por parte de sus gestores, Castellani y Pieri (próxima publicación), en su estudio del efecto del *offshoring* sobre la productividad de las regiones europeas, obtienen que estos rendimientos decrecientes parecen no tener lugar en el caso del *offshoring* de I+D.

En el Capítulo 3 titulado “**El *offshoring* de I+D en las empresas españolas: un examen preliminar**” se describe con detalle el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), la base de datos principal que se empleará en los capítulos posteriores. Asimismo, se realiza una descripción general del comportamiento de las empresas españolas que llevan a cabo *offshoring* de I+D.

En concreto, el capítulo incluye una descripción estadística de las principales variables de interés como son el carácter exportador de la empresa, la titularidad de su propiedad, el empleo en I+D, los factores que dificultan la innovación o las fuentes de información para la innovación. Estas variables se usan como determinantes en modelos econométricos sencillos que permiten realizar un primer examen exploratorio del fenómeno del *offshoring* de I+D en las empresas españolas.

Así, por una parte se analiza la decisión de las empresas de contratar servicios de I+D en el extranjero, obteniéndose que el ser una empresa exportadora, el realizar actividad continua en I+D, solicitar patentes, ser filial y ser empresa grande son factores que afectan positivamente la realización del *offshoring* en I+D. Adicionalmente se hace un especial énfasis en la submuestra de empresas que pertenecen a grupos empresariales y que por tanto pueden comprar servicios de I+D a través de canales diferentes: a través del grupo, cuando los proveedores son otras empresas del mismo grupo empresarial, y/o vía el mercado, cuando los proveedores son empresas o instituciones ajenas al grupo.

El capítulo también incluye la estimación de los determinantes de la cuantía del *offshoring* de I+D, medida como el gasto efectuado por la empresa en sus adquisiciones de servicios de I+D en el extranjero (en logaritmos). Para tener en cuenta el potencial problema de selección habitual en este tipo de contextos, la ecuación se estima como un modelo Tobit generalizado.

Con base en las conclusiones obtenidas en este capítulo, el Capítulo 4 titulado “**La confianza y las transferencias de tecnología de las multinacionales**” profundiza en los determinantes de la compra de servicios de I+D por parte de las empresas que pertenecen a grupos empresariales. De esta forma, se clarifica el proceso de

transferencia de tecnología de las empresas multinacionales extranjeras a sus filiales en España, pues dicha transferencia de tecnología se puede realizar a través del propio grupo, a través del mercado o usando una combinación de ambos canales.

En la literatura económica, algunos estudios sugieren que esa transferencia depende de la tecnología desarrollada en el país donde se encuentra la empresa matriz y otros estudios concluyen que depende de algunas características propias del país donde se establece la filial. Por otra parte, autores como Guiso et al (2009) encuentran que una menor confianza bilateral entre países conduce a un menor comercio entre ellos y a una menor inversión extranjera directa, aun cuando se tienen en cuenta las características propias de los dos países.

Siguiendo este enfoque, en el presente capítulo se asocia la compra de servicios de I+D con el grado de confianza relativa de los ciudadanos del país sede de la empresa matriz en los ciudadanos españoles, si bien también se tienen en cuenta las características propias de los países y de la empresa española que realiza el *offshoring*. Para la selección de estas últimas variables se siguen estudios previos realizados en este campo. Los resultados obtenidos mediante la estimación de modelos de tipo Tobit generalizado permiten concluir que la confianza en España afecta positivamente a la realización de *outsourcing* internacional de I+D y negativamente a las importaciones realizadas a través del grupo.

El Capítulo 5 titulado **“El efecto del *offshoring* de servicios de I+D en el empleo cualificado: evidencia intra-empresa”** se centra en uno de los aspectos que más ha preocupado a los estudiosos del *offshoring*: su impacto sobre los mercados laborales domésticos. En particular, la mayoría de los estudios empíricos en este campo sugieren que el *offshoring* de servicios genera un efecto positivo sobre el empleo y los salarios de los trabajadores cualificados. El objetivo de este capítulo es contribuir al debate mediante el análisis del impacto del *offshoring* de I+D a nivel de empresa en la demanda de uno de los trabajos más cualificados: los investigadores que participan en actividades de I+D. Este tema resulta de candente interés en un contexto de crisis como el actual, que ha afectado muy negativamente al mercado laboral español debido al aumento del desempleo en los últimos años que afecta a trabajadores cualificados y no cualificados.

En concreto, en este capítulo se estudia el efecto del *offshoring* de I+D sobre la demanda de un tipo específico de trabajador altamente cualificado: los investigadores que participan en actividades de I+D. Para ello, siguiendo a Amiti y Wei (2006), Criscuolo y Garicano (2010) o Crinò (2010), la metodología utilizada consistirá en la estimación de una función de demanda de trabajo condicional en la que el *offshoring* es un factor determinante adicional. Este enfoque está en consonancia con muchos trabajos que, desde Griliches (1979, 1995), estiman el impacto de actividades de I+D en la productividad con datos a nivel empresarial a partir de una función de producción estándar aumentada con algún tipo de input tecnológico. Los resultados obtenidos proporcionan evidencia de una asociación positiva entre el *offshoring* de I+D y la demanda de investigadores, lo que es coherente con lo encontrado en otros trabajos que analizan la relación del *offshoring* con el empleo utilizando otras unidades de análisis.

Finalmente, en el Capítulo 6 se presentan las principales “**conclusiones**” que a partir de esta investigación se han podido obtener como una forma de contribuir al debate académico. Enfocado desde la perspectiva de la empresa, los resultados de las aplicaciones empíricas resultan en general acordes con la teoría económica y con algunos estudios previos sobre el tema y permiten sugerir futuras líneas de investigación.

Referencias bibliográficas

- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Castellani, D. y Pieri, F. (próxima publicación): "R&D offshoring and the productivity growth of European regions", *Research Policy*, DOI: 10.1016/j.respol.2013.05.009.
- Crinó, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77, 595–632.
- Criscuolo, C. y Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- CDTI - Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (2007): "La deslocalización empresarial en España", Cuadernos CDTI de la Innovación Tecnológica.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- Griliches, Z. (1995): "R&D and productivity: econometric results and measurement issues". In: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford, 52-89.
- Guiso, L., Sapienza, P., y L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?" *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- National Science Foundation (2010), "Science and Engineering indicators. 2010", Chapter 4. *Research and Development: National Trends and International Linkages*. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c4/c4s7.htm>
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Disponible en: http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx

Capítulo 2: Marco teórico y conceptual

2.1. Introducción

En el presente capítulo se ponen en claro algunas definiciones necesarias para entender las motivaciones de esta tesis y para clarificar el alcance de los capítulos siguientes. Se presenta, además, un recorrido por los trabajos más relevantes acerca de la evolución de los fenómenos de deslocalización y su impacto en la demanda de trabajo y en el ingreso de los trabajadores más cualificados.

No hay en el estado del arte una única definición de *offshoring*. Algunos estudiosos entienden el concepto en sentido muy amplio y otros son más específicos. Como esta tesis está dedicada a este fenómeno, específicamente en la vertiente asociada a las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), es importante dejar claras las definiciones de términos que se utilizarán posteriormente, por lo que una parte de este capítulo se dedica a explicitar qué se entiende por *outsourcing* y por *offshoring* de I+D.

Sobre las razones para dedicar esta tesis a la investigación del *offshoring* de I+D, el recorrido realizado en este capítulo pondrá de manifiesto que los procesos de deslocalización ya no solo tratan de la compra y venta de bienes, sino que cada vez toma un papel más protagonista la de servicios; y que no solo el menor coste importa a la hora de deslocalizar, sino que también se consideran aspectos como el idioma y la cultura. En los servicios que incorporan tecnología e investigación se encuentra, además, que estos fluyen ya no solo desde las empresas matrices hacia sus filiales sino de empresas en países menos desarrollados a otras en países avanzados.

El capítulo finaliza con una revisión de los trabajos que estudian la relación del *offshoring* con el empleo y los salarios, tanto desde una perspectiva macroeconómica como microeconómica. En este último caso, se presta especial atención a los realizados por Amity y Wei (2006), Crinó (2010), Geishecker y Görg (2013), que serán utilizados como referencia para la aplicación empírica realizada en el Capítulo 5.

2.2. *Offshoring*: Definición

Las empresas utilizan la externalización u *outsourcing* para apropiarse de las ventajas que surgen de que ciertos eslabones de las actividades de la cadena productiva puedan llevarse a cabo en otros lugares distintos a la propia empresa. Con esta estrategia suelen buscar aumentar la productividad, la competitividad y la eficiencia, y/o generar una disminución de costes.

Dentro del *outsourcing*, podemos diferenciar si la externalización se hace dentro de las fronteras del país o fuera de ellas. En particular, es habitual llamar *outsourcing* a aquella parte de la actividad productiva llevada a cabo a través de medios de producción externos a la empresa en la misma zona geográfica o en otra, y denominar específicamente como *offshoring* al proceso de *outsourcing* que implica el traslado al extranjero de los medios de producción necesarios para llevar a cabo una determinada actividad, tanto si los medios de producción permanecen internos en la empresa, como si son contratados por terceros (CDTI, 2007).

Esta definición de *offshoring* es muy amplia y, en muchos casos, sus límites se desdibujan, pues las motivaciones que tiene cada una de las empresas para llevarlo a cabo son muy diversas. De hecho la definición de *offshoring* es controvertida, de forma que los estudiosos del tema suelen especificar al comienzo de sus investigaciones cuál es la definición o concepto de *outsourcing* u *offshoring* al que se van a referir.

Así, Trefler (2005) diferencia entre el *offshore outsourcing* y la Inversión Extranjera Directa (IED). El primero lo describe como la subcontratación de bienes o servicios realizada en términos de igualdad con empresas extranjeras, mientras que la IED correspondería al caso en que una empresa doméstica controla la inversión establecida en una empresa en el extranjero. Cada empresa debe decidir si produce solo domésticamente o si lo hace en el extranjero y, si opta por hacerlo en el extranjero, debe decidir si lo hace como *offshore outsourcing* o como IED.

En la introducción que realizan Youngdahl et al. (2008) al número especial de la revista *Journal of Operations Management* sobre el *offshoring* de servicios y de conocimiento,

indican que este proceso de traslado al extranjero de procesos de servicios y de conocimiento se manifiesta comúnmente bajo alguna de las siguientes formas: “*captive (company-owned) processing centers, third-party providers, and joint ventures*”, es decir, estableciendo en el extranjero centros de procesamiento de propiedad de la empresa, subcontratando los trabajos con proveedores externos y mediante acuerdos de cooperación u operaciones de capital riesgo.

Cuando la empresa desea mantener un control completo sobre las operaciones de *offshoring*, recurre a una estrategia de deslocalización cautiva (*captive processing centers*), obteniendo en muchos casos reducciones en los costes, pues donde se establecen los centros de procesamiento generalmente la mano de obra es más barata. Ello también facilita que se aproveche el aprendizaje y el conocimiento de los distintos nodos de la red para elevar la capacidad global de la organización. Este sería el caso de American Express, que mantuvo durante un tiempo 46 sitios de procesamiento de transacciones, cada uno con un número de empleados entre 20 y 40, repartidos en Norteamérica, Latinoamérica, Europa, Oriente Medio, África, Asia-Pacífico y Australia.

El objetivo fundamental cuando se subcontratan los trabajos con proveedores externos, suele ser disminuir los costes totales. Tal es el caso de los *call centers*, que involucran comunicación directa con los consumidores, manejo de diferencias culturales y calidad en el servicio. Por su parte, los acuerdos de cooperación o *joint ventures* permiten aprovechar el talento único de los proveedores externos para establecer operaciones a otros países, transfiriéndolas bajo el control total de la compañía-cliente después de un período de tiempo especificado.

Para Feenstra (2010), los términos *outsourcing* internacional y *offshoring* frecuentemente se intercambian. Para aclararlo precisa que la localización de procesos de producción puede ser en el propio país o en el extranjero. Cuando es en el extranjero, pero la propiedad del proceso productivo se mantiene en el propio país, estaríamos en el caso de la IED de las multinacionales. Sin embargo, si además la propiedad es extranjera, se hablaría de *outsourcing* internacional. Así, la definición más estrecha de *offshoring* sería hablar de *outsourcing* internacional, y la más amplia incluir tanto el *outsourcing* internacional como las transacciones de las multinacionales.

En esta tesis, el proceso de *offshoring* que se va a analizar se refiere a actividades de Investigación y Desarrollo (I+D). Estas actividades pueden ser realizadas dentro de la empresa (I+D interna) o adquiridas fuera de la empresa mediante contrato o convenio (I+D externa). Asimismo, la compra de servicios puede ser realizada en España o en el extranjero, y los proveedores pueden ser empresas de su mismo grupo, empresas de fuera del grupo, organismos públicos, universidades, etc. Teniendo esto en cuenta, la definición específica que se va a emplear aparece en el Cuadro siguiente.

	Control de la producción	
	Dentro de las fronteras de la empresa	Fuera de las fronteras de la empresa (<i>Outsourcing</i>)
Producción nacional	Interna (dentro de la empresa) + Dentro del grupo	Fuera del grupo (<i>Outsourcing nacional</i>)
Producción internacional (<i>Offshoring</i>)	Dentro del grupo	Fuera del grupo (<i>Outsourcing internacional</i>)

Por tanto, se denominará *outsourcing* de I+D a la compra de servicios de I+D realizada a empresas u otros organismos fuera del grupo (si es que la empresa pertenece a alguno) y *offshoring* a la compra de servicios de I+D en el extranjero, sea o no sea a empresas del grupo. El *outsourcing* internacional formará parte de ambos conceptos.

2.3. El *offshoring* de servicios con alto contenido tecnológico

En los últimos años se han producido dos tendencias que explicarían el rápido crecimiento de los servicios que involucran innovación, de los procesos intensivos en tecnología y del empleo de trabajadores de cuello blanco: el surgimiento de China como principal proveedor de manufacturas mundial y el extraordinario desarrollo del comercio internacional asociado al proceso de globalización (Trefler, 2005). A ello se añadiría que la línea divisoria entre manufacturas y servicios cada vez es menos clara. Así, cuando Microsoft, por ejemplo, introduce su juego Xbox existe un producto manufacturado que involucra un gran componente de servicio.

Tal como explica Jensen (2009), durante la pasada década se ha re-direccionado el *offshoring* de las manufacturas hacia los servicios, pues cada vez en mayor medida se requieren servicios más avanzados en áreas técnicas y administrativas. De esta manera, las actividades estandarizadas propias de mano de obra no cualificada en el sector manufacturero dejan de ser las únicas en las que se produce el *offshoring*. Aspectos tales como la liberalización del comercio, las reformas económicas y regulatorias, los avances tecnológicos en comunicación, digitalización y la nueva comercialización de algunos bienes estarían detrás de ese cambio. Además, a partir de su análisis de casos de *offshoring* en los que empresas danesas contratan en la India tecnologías de la información y servicios de ingeniería, Jensen (2009) concluye que el *offshoring* de servicios debe entenderse como un fenómeno complejo que influye en la estrategia de negocios y genera un cambio organizacional tanto en la empresa que contrata como en la que es contratada.

En esa misma línea, Metters y Verma (2008) destacan cómo el fenómeno del *offshoring* afecta cada vez más a actividades que involucran el avance tecnológico, transforma la forma de trabajar que implica la comunicación de voz (por ejemplo, los *call centers*), y mejora el tiempo de respuesta y procesamiento de la información (como, por ejemplo, en los billetes aéreos). Así, gran parte del *offshoring* se lleva a cabo en servicios que involucran programación de computadores y manejo de tecnología.

Simultáneamente, algunos gobiernos han establecido regulaciones y actuaciones que favorecen que sus países se conviertan en un lugar de destino de las actividades de *offshoring*. Este es el caso de Barbados que desde los años noventa del siglo XX ha mejorado su infraestructura de telecomunicaciones como una forma de transmitir servicios electrónicos, digitalizando su sistema de comunicaciones con marcación directa. En el mismo sentido, India ha generado ventajas en el sistema impositivo como una forma de atraer actividades de *offshoring*. Adicionalmente, aspectos como el lenguaje, las tradiciones, las proximidades geográficas, o las herencias históricas y culturales de antiguos sistemas coloniales se convierten en factores claves para la realización de actividades de *offshoring*. Es así como Barbados ha pasado a ser destino del *offshoring* del Reino Unido.

En este contexto, siguiendo a Blinder (2006) quien califica la era de la información como la tercera revolución industrial, se hace necesario redefinir algunos términos y tener en cuenta que cada vez se hace más difícil clasificar de forma precisa los bienes entre comercializables y no comercializables. En el pasado, aquellos bienes susceptibles de ser almacenados en una caja y que se podían transportar, tomaban la denominación de comercializables y, en caso contrario, de no comercializables. Sin embargo, los desarrollos tecnológicos han llevado a que en la clasificación de bienes se tenga en cuenta la facilidad de entrega, puesto que ahora también se puede realizar la entrega vía cables y conexiones.

De esta forma, la ventaja comparativa de los países ya no se encontraría sólo asociada a un capital natural o físico, sino humano, y algunos países podrían especializarse (y lo están haciendo) en realizar tareas tecnológicas y desarrollar conceptos computacionales, haciéndose presente cada vez más la figura del *offshoring* como una forma de contratar en otros países servicios necesarios para la actividad productiva doméstica, mejorándose el tiempo de entrega, la capacidad de interacción y, en muchos casos, sin necesidad de realizar una entrega física del bien.

En resumen, tal como plantea Markusen (2005), para analizar el aumento del *offshoring* de servicios con alto contenido tecnológico que se viene realizando en los últimos años, es necesario considerar algunos hechos que se presentan en la actualidad como:

- La existencia de una expansión del comercio en el margen extensivo; es decir no aumenta tanto el volumen de comercio en bienes comercializables ya existentes (margen intensivo), sino que aparecen nuevos bienes que pueden ser comercializados y que tienden a ser bienes intermedios, dando lugar a un aumento del comercio intraindustrial.
- Las especiales características del comercio de servicios de cuello blanco que no se captan en los modelos de bienes finales. Además, estos servicios pueden resultar complementos cruciales de diferentes elementos de la cadena de producción, como sucede entre el trabajo cualificado y el equipo de telecomunicaciones o la infraestructura.

- El cambio en la dirección del comercio en los modelos existentes sobre multinacionales. La moderna teoría de las multinacionales ha señalado que las empresas matrices son exportadoras de servicios de cuello blanco a sus empresas subsidiarias, incluyendo dirección, consultoría de ingeniería, *marketing* o finanzas, entre otros. Pero ahora se está viendo un cambio en la dirección de estas transacciones: las filiales están exportando servicios de vuelta a las empresas matrices de países de renta alta.

2.4. *Offshoring*, salarios y empleo

El aumento del *offshoring* de servicios de alto contenido tecnológico que se ha producido en las últimas décadas no está exento de problemas. En este sentido, cuando un trabajador de cuello blanco (que suele estar mejor pagado debido a su experiencia en las tecnologías de la información y a su capacidad de aprendizaje) es “des-localizado”, se presenta una situación nociva, pues se destruye conocimiento específico de la empresa al desaparecer capital humano valioso (Trefler, 2005). Así, cada vez que un trabajador es separado de su empresa, parte del capital humano específico de ésta se pierde, reduciéndose los incentivos de administradores y trabajadores para invertir en el desarrollo de dicho conocimiento específico.

El *offshoring* conduce a separaciones cada vez más frecuentes entre trabajadores y empresas, destruyéndose así dimensiones importantes del capital humano. No es claro si la pérdida de conocimientos que surge de la separación de la empresa y los trabajadores es un problema de equidad, porque perjudica a los trabajadores desplazados por el *offshoring*, y/o también de eficiencia, ya que destruye capital humano valioso.

En este contexto no es de extrañar que el área en la que se circunscribe el capítulo 5 de esta tesis sea una de las que más estudios ha generado: el impacto de los procesos de *outsourcing* y *offshoring* sobre el empleo y los salarios. En los epígrafes siguientes se destacan algunos trabajos que abordan esta cuestión ya sea desde un punto de vista teórico o empírico.

2.4.1. Algunas aproximaciones teóricas

Actualmente existen muchos autores que desde un punto de vista teórico con una mirada macroeconómica analizan las consecuencias sobre el mercado de trabajo del aumento en el *outsourcing* internacional. Estos autores tienen en común que utilizan modelos de equilibrio general con dos sectores y dos países (Norte y Sur) y suelen tomar como referencia las contribuciones realizadas por Helpman y Krugman (1985).

En este grupo se encuentran Glass y Saggi (2001), los cuales plantean un modelo en el que la producción de bienes básicos o manufacturados se desarrolla en el país Sur o de bajos ingresos por medio de *outsourcing* internacional, estando esta producción asociada a los diseños antiguos. El país Norte por su parte importaría componentes que se utilizan para finalizar la producción en el norte con los trabajadores del norte, así los nuevos desarrollos y diseños se producen solamente en el norte. El *outsourcing* se llevaría a cabo debido a las diferencias tecnológicas y no en la dotación de factores (como en Feenstra y Hanson, 1996a).

En un contexto similar de dos países, Antràs y Helpman (2004) suponen la existencia de heterogeneidad de los productores de bienes finales que escogen las estructuras de propiedad y la ubicación para la producción de inputs intermedios. Dos inputs especializados, asociados con los servicios principales y los componentes manufacturados, respectivamente, se combinan para producir un bien final: un input es controlado por el productor del bien final, mientras que el otro es controlado por un operador con la capacidad de producción. El primer input se produce solo en el Norte, lo que implica que la sede se encuentra siempre en el Norte. Además, dentro de un sector las empresas difieren en su productividad. La productividad en la producción del segundo input es idéntica en ambos países.

El equilibrio depende del diferencial salarial entre el Norte y el Sur, de las ventajas asociadas a los derechos de propiedad en cada uno de los países, de la distribución del poder de negociación entre productores de bienes finales y los proveedores de componentes y de la intensidad tecnológica de la empresa matriz. Empresas de alta productividad adquieren insumos intermedios en el Sur, mientras las de baja

productividad los adquieren en el Norte. En cuanto a las empresas que adquieren sus insumos en el mismo país, las de baja productividad subcontratan (*outsource*) mientras que las de alta productividad son subcontratadas (*insource*). En sectores con una intensidad muy baja de los de servicios de la empresa matriz, las empresas no se integran; las de baja productividad externalizan domésticamente mientras las de alta productividad subcontratan en el extranjero (*outsource abroad*).

Del mismo modo, Grossman y Rossi-Hansberg (2008) consideran que hay países con niveles de desarrollo, tecnologías y dotación de factores diferentes que generan distintos precios de los factores. Se preguntan cómo las oportunidades de *outsourcing* afectan los salarios de los trabajadores, diferenciando entre el trabajo no cualificado y el cualificado. La tecnología de producción se especifica en términos de tareas y cada tarea requiere el input de algún factor de producción.

La decisión de realizar tareas a través de *offshoring* depende de la diferencia entre los precios internos y externos y de la tecnología de las comunicaciones, ya que si esta mejora, los costos de *offshoring* se reducen. El modelo supone que las tareas se pueden realizar de forma remota, de modo que la producción de un bien puede ser internacionalizada, pero el *offshoring* es costoso en el sentido de que la realización de una tarea a distancia requiere un input factor mayor que si la tarea se realiza en lugares cercanos, las tareas difieren en sus costos de funcionamiento a distancia.

En este contexto, Grossman y Rossi-Hansberg (2008) distinguen tres efectos del *offshoring* de salarios: el efecto relacionado con la productividad, el relacionado con los precios y el que concierne a la oferta de trabajo. Debido al efecto de la productividad, la mejora en la tecnología de *offshoring* de una tarea es beneficiosa para esa tarea y no afecta a las otras. Para las economías grandes, si el impacto sobre los precios de los factores no es demasiado grande, entonces todos se benefician de la mejora en las tecnologías del *offshoring*, como consecuencia, el *offshoring* no empeora la situación de los trabajadores cuyos trabajos se están des-localizando.

Otro ejemplo de trabajo teórico en un contexto de dos países es el realizado por Mitra y Ranjan (2008), quienes desarrollan un modelo de *offshoring* incorporando

externalidades y heterogeneidad de empresa. Cuando hay empresas heterogéneas y externalidades, las empresas más productivas realizarían el *offshoring* primero y las demás les seguirían después. El modelo también permite explicar la existencia de complementariedad entre la IED y el *offshore outsourcing*.

Como se puede observar, los autores anteriormente señalados han realizado trabajos teóricos con una perspectiva macroeconómica, convirtiéndose en algunos casos en referentes en la teoría del comercio internacional. Estos estudios tienen en cuenta dos países Norte y Sur y tratan de encontrar las diferencias o consecuencias de realizar *outsourcing* internacional u *offshoring*. De otro lado existen estudios empíricos con una perspectiva más microeconómica, enfocados a datos de países, ocupaciones, industrias, sectores y, en algunos casos, a empresas. Estos estudios se analizan en los siguientes epígrafes.

2.4.2. Estudios empíricos

Desde una óptica empírica, uno de los autores más destacados del área es Feenstra (1999, 2004, 2010), quien intenta dar respuesta satisfactoria a por qué desde principios de los años 1980s cambia la estructura salarial en los Estados Unidos, incrementándose el salario relativo de los trabajadores cualificados con respecto a los no cualificados, fenómeno que ha continuado en los noventa y también se ha presentado en otros países. Para analizar estos cambios, aduce la importancia de los movimientos intra-industria, referidos tanto al *outsourcing* como al *offshoring*. En particular, al estudiar la evolución entre 1979 y 1995 observa que el salario real de los trabajadores a jornada completa en Estados Unidos cae el 13,4% en el caso de los trabajadores con 12 años de educación y el 20,2% en el de los de menos de 12 años, mientras que los salarios reales de los trabajadores con más de 16 años de educación aumentan un 3,4% (Feenstra, 2004). Ello muestra que la brecha de salario entre trabajadores menos cualificados y más cualificados se ha incrementado dramáticamente.

Usando datos para trabajadores manuales y no manuales, como *proxies* de trabajadores menos cualificados y más cualificados respectivamente, Feenstra establece que el salario relativo de los segundos frente a los primeros ha venido en aumento desde 1986, lo que

haría esperar una caída de la demanda de los trabajadores más cualificados, suceso que no se produce.² Una explicación consistente con estos hechos sería un desplazamiento hacia afuera de la demanda de trabajadores más cualificados, lo que daría lugar tanto a un aumento del empleo de este tipo de trabajadores como de su salario. Si esto es así, en el marco simple de un modelo de dos sectores, la producción de los sectores intensivos en conocimiento debería haber aumentado relativamente con respecto a la de los sectores intensivos en trabajadores no cualificados. Dado que ese fenómeno no tuvo lugar en EEUU, Feenstra señala la necesidad de profundizar en el análisis, distinguiendo entre los movimientos entre-industrias y los movimientos intra-industria.

En concreto argumenta que son los movimientos intra-industria los que han jugado el papel más destacado. En el período 1979-1987 el empleo relativo de los trabajadores no manuales presenta un incremento ligero (0,55% por año), del cual 0,36% se debe a movimientos intra-industria. En los salarios, las ganancias relativas anuales de trabajadores no manuales se incrementaron un 0,72%, del cual 0,41% se asocia a movimientos intra-industria. El comercio podría explicar en parte estos movimientos en la medida en que se comercien inputs intermedios.

Para justificar esta hipótesis, plantea un modelo de *inputs* intermedios que se utilizan en determinadas actividades de ciertas industrias y que poseen diversas intensidades del factor conocimiento. Estas actividades se modelan como *inputs* intermedios que son comercializados entre países y combinados para producir un bien final, en un contexto en el que el capital físico es fijo en el corto plazo y el trabajo cualificado y no cualificado se escogen óptimamente, teniendo en cuenta aspectos como el *outsourcing* y el uso de ordenadores.

Mediante este modelo argumenta que movimientos en los precios del producto combinados con un aumento de productividad son consistentes con el aumento del salario relativo de trabajadores cualificados en EEUU. En este razonamiento tiene en cuenta que tanto el fenómeno de *outsourcing* como el uso de ordenadores contribuyen al

² Feenstra (2007) argumenta que los trabajadores no manuales suelen estar involucrados en el sector servicios, mientras los manuales están más relacionados con las manufacturas y ensamblaje de bienes. Estas dos categorías son el equivalente a los antes mencionados trabajadores de cuello blanco y cuello azul.

aumento en el salario relativo de trabajadores cualificados, aunque su contribución varía dependiendo de la medida que se utilicen ordenadores.

Asimismo, en un trabajo posterior, Feenstra (2010) enfatiza que el *offshoring* actual de EEUU requiere trabajo cada vez más cualificado, lo que igualmente ocurre en Europa, generando un desarrollo de las tareas intensivas en conocimiento. Siguiendo a Amiti y Wei (2005), observa que para el período 1992-2000 el impacto del *offshoring* de servicios en el incremento de la productividad de las manufacturas va del 12 al 17%, mientras que el impacto del equipo de alta tecnología está entre el 4 y el 7%. Estos dos elementos explicarían cerca del 25% del incremento de la productividad, y dado que la productividad aumenta cada año alrededor del 4%, el *offshoring* junto con el incremento del uso de equipos de alta tecnología contribuiría con 1 punto porcentual al crecimiento de la productividad cada año, lo que pone de manifiesto su importancia.

A partir de los trabajos iniciales de Feenstra, un conjunto significativo de estudios se han centrado en analizar si el impacto sobre salarios o empleo está relacionado con el nivel de educación o cualificación de los trabajadores (Canals, 2006; Ekholm y Hakkala, 2006; Geishecker, 2006; Geishecker y Görg, 2008; Keusschिंगg y Ribi, 2009).

Canals (2006) distingue dos grupos, trabajadores cualificados y no cualificados, preguntándose si el *outsourcing* es sustituto o complementario de estos en 27 industrias estadounidenses (18 de manufacturas y 9 de servicios). Siguiendo a Feenstra y Hanson (1996), considera como *outsourcing* aquellos bienes intermedios importados necesarios para producir el bien o servicio final, encontrando que el *outsourcing* es complementario del trabajo cualificado, pero sustituto del no cualificado.

Ekholm y Hakkala (2006) analizan el efecto del *offshoring* de la producción de inputs intermedios en la demanda de trabajo en Suecia, distinguiendo entre trabajadores con diferentes niveles educativos para el período 1995-2000. Usan información de inputs importados de la tabla input-output e información de estadísticas de comercio para construir *proxies* de *offshoring* para diferentes grupos de países, diferenciando entre países de alto y bajo ingreso, así como entre países pertenecientes a diferentes regiones.

En su estudio se distingue entre *offshoring* en sentido amplio y en sentido limitado. Este último solo incluiría los inputs intermedios importados desde la misma industria; y en sentido amplio incluiría además inputs intermedios importados de todas las demás industrias (sin incluir la energía). Independientemente de la definición empleada, sus resultados sugieren la existencia de una relación negativa entre *offshoring* y demanda de trabajo en el grupo de trabajadores con un nivel educación mayor que el de educación secundaria, obteniéndose elasticidades consistentes y negativas a través de las diferentes especificaciones.

Keusschingg y Ribi (2009) se centran más en analizar las consecuencias del *outsourcing* para las políticas de bienestar en economías con salarios altos. Ante la evidencia del aumento del *outsourcing*, que llega a alcanzar en el año 2000 un 50% de la participación de la demanda doméstica en economías como la holandesa, sueca o danesa y un 60% en la belga y austriaca, investigan las consecuencias del *outsourcing* en los salarios de los trabajadores teniendo en cuenta aspectos como el bienestar, la redistribución y el papel de la seguridad social. Su principal contribución consiste en introducir aversión al riesgo en la modelización del comportamiento de los trabajadores. Concluyen que el *outsourcing* aumenta el desempleo, y pone en riesgo el ingreso laboral de los trabajadores menos cualificados, incrementándose la desigualdad entre grupos de alto y bajo ingreso.

Por su parte, al estudiar el impacto del *outsourcing* internacional en la demanda relativa de trabajadores manuales en Alemania, Geishecker (2006) muestra cómo el empleo de trabajadores de baja cualificación ha decrecido en un promedio de 3.6 % por año entre 1975 y 1990 y continúa cayendo en promedio durante en los años noventa un 1.3% por año. En contraste, el empleo de alta y de media cualificación se ha incrementado en promedio un 4.3 y 2.1% por año, respectivamente, entre 1975 y 1990 y continúa aumentando durante los noventa a una tasa de crecimiento promedio anual de 3.6 y 0.2%, respectivamente. Al analizar este proceso más detalladamente, encuentra que, para la industria manufacturera, el salario relativo de trabajadores manuales con respecto a los no manuales decrece 23 puntos porcentuales entre 1991 y 2000, de los que solo 2 puntos porcentuales se atribuyen a la caída del salario relativo, mientras que

21 puntos porcentuales corresponden a la caída relativa del empleo de trabajadores de baja cualificación.

En un trabajo complementario, Geishecker y Görg (2008) encuentran que los trabajadores alemanes altamente cualificados experimentan un incremento en el salario debido al *outsourcing* internacional, medido a partir de las tablas *input-output* en términos de los *inputs* de materiales importados. La principal contribución del trabajo consiste en observar el rol del nivel de conocimiento individual en el efecto del *outsourcing* sobre los salarios, siendo el primer estudio con micro-datos que permite identificar ganadores y perdedores del *outsourcing* internacional entre grupos de trabajadores con diferentes niveles de conocimiento.

En concreto, Geishecker y Görg (2008) combinan datos a nivel de industria para el período 1991-2000, con los datos del *German Socio Economic Household Panel*, lo que les permite utilizar un enfoque de “ecuación minceriana”, en la que, además de características de la industria, incluyen como variables de control rasgos demográficos del trabajador (edad, estatus marital y región geográfica donde vive), características relacionadas con su lugar de trabajo (experiencia, tamaño y propiedad de la empresa) y, específicamente, indicadores de su nivel de educación (alto, medio o bajo). A partir de esta ecuación, encuentran que el *outsourcing* tiene un impacto negativo en el salario real para los trabajadores poco cualificados, mientras que trabajadores altamente cualificados ganarían con el *outsourcing*. De esta manera concluyen que los trabajadores poco cualificados son los perdedores de la globalización, y los cualificados, los ganadores.

De todo lo expuesto hasta el momento, podemos retomar algunas ideas que se vuelven relevantes para esta tesis:

- En el pasado se des-localizaba básicamente la producción de manufacturas. Ahora se des-localiza cada vez más la generación de servicios.
- De igual forma, antes se des-localizaban actividades que implicaban mano de obra no cualificada. Ahora se des-localizan más aquellas actividades que involucran mano de obra cualificada y con fuertes dosis de tecnología, ya que las empresas actualmente

ven en el *offshoring* una forma de evitar la integración vertical, y a la vez de impulsar la penetración en nuevos mercados y de realizar comercio intraindustrial.

- Paralelamente, se aprecia en los años noventa una brecha entre el salario real de los trabajadores cualificados y los no cualificados. Para los primeros el salario ha aumentado y para los segundos ha disminuido.
- También se ha revaluado la tendencia a realizar *offshoring* hacia lugares que permiten solamente disminución de costes. Ahora se buscan regiones especializadas en la realización de ciertas actividades que impliquen mejor conocimiento de ciertos idiomas, conocimientos informáticos y acercamiento a idiosincrasias y manifestaciones culturales que permiten llevar a cabo negociaciones con otros países de una manera más eficiente.
- Actualmente no solo se comercializan bienes finales. De hecho, el aumento del volumen de comercio no ha sido solo de margen intensivo, es decir, comercializando más cantidad de los mismos bienes finales, sino que más bien ha sido un aumento del comercio de margen extensivo, que implica la comercialización de más clases de bienes, especialmente intermedios, lo que ha generado un aumento del comercio intraindustrial.
- Las empresas pueden buscar des-localizar actividades, pero no aquellas que se convierten en el centro de su quehacer. Por tal motivo, es posible que empresas que tengan un fuerte componente en I+D realicen *offshoring* de I+D, pero necesiten mantener reservados ciertos secretos industriales o procesos productivos. En consecuencia, dependiendo de la relevancia de la I+D para la empresa, pueden observarse dos tendencias diferentes: la primera, que el equipo de investigadores, que son los que verdaderamente conocen los procesos principales, sea mantenido e incluso perciba un incremento del salario debido a su papel fundamental en el desarrollo de la actividad y como interlocutor de los investigadores de los países proveedores del *offshoring*; la segunda que, por el contrario, las empresas que realizan procesos que no tienen un alto componente de I+D, busquen sustituir su plantilla de empleados en actividades de investigación.

2.5. El impacto del *offshoring* de servicios sobre el mercado laboral doméstico: tres trabajos significativos

Como se ha señalado anteriormente, numerosos autores han analizado el impacto del *outsourcing* u *offshoring* sobre los mercados laborales, proporcionando abundante evidencia empírica y obteniendo resultados heterogéneos debido a la diversidad de medidas de *outsourcing* u *offshoring* empleadas, los aspectos específicos del mercado laboral estudiados, el distinto grado de agregación de los datos (industrias, empresas...) o las diversas metodologías utilizadas.

A continuación, como ilustración de dicha heterogeneidad, se describen tres trabajos empíricos realizados por autores relevantes en este campo, quienes desde un enfoque microeconómico y teniendo en cuenta la división entre trabajadores cualificados y no cualificados, miden el impacto del *offshoring* sobre diferentes tipos de trabajadores.

En cada uno de los trabajos se especifican aspectos como el tipo de datos utilizados, que pueden ser a nivel de industria, de empresa o una combinación de ambos; la medida de *offshoring* de servicios empleada, que suele estar relacionada con el tipo de datos disponibles; y la fundamentación microeconómica que sustenta la modelización de la relación entre *offshoring* y la dimensión del mercado laboral analizada.

El primero de estos trabajos es el de Amity y Wei (2006), que se centran en estudiar la industria manufacturera estadounidense entre 1992 y 2000³. Argumentan que el *offshoring* puede afectar a la demanda de trabajo por tres canales:

- Un efecto sustitución a través del precio de bienes o de servicios intermedios, ya que una disminución del precio de los servicios importados puede acarrear una disminución de la demanda del trabajo si este y los servicios son factores sustitutos dentro de la empresa.

³ Usan como fuente de datos la *Bureau of Labor Statistic (BLS)* y trabajan con datos de 450 sectores que posteriormente se agregan en 96 industrias. Para el cálculo de la medida de *offshoring* en cada sector manufacturero consideran 5 industrias de servicios como suministradoras de inputs que son: telecomunicaciones, seguros, finanzas, servicios de negocios y computación e información. Los servicios a empresas son el componente más grande de los inputs, con una participación promedio de 12% en 2000, seguidos por las finanzas (2.4%), las telecomunicaciones (1.3%), los seguros (0.5%) y la computación e información (0.4%). Así mismo usan datos de la balanza de pagos del FMI. Por la deficiencia de datos, se asume que cada industria manufacturera importa un 2.2%.

- Si el *offshoring* conduce a mejoras en la productividad, entonces las empresas pueden producir la misma cantidad de producto con menos inputs. Así, condicionado a un nivel de producción, se espera que el *offshoring* disminuya la demanda de trabajo.
- Puede afectar a la demanda de trabajo a través de un efecto escala: un aumento del *offshoring* puede hacer que la empresa sea más eficiente y competitiva, incrementando la demanda de su producto y del empleo.

En general un aumento en la producción generaría un efecto positivo en el empleo, un aumento de salario generaría un efecto negativo en el empleo y un aumento del precio de otros inputs generaría un efecto positivo en inputs sustitutos.

Para captar estos efectos parten de suponer la siguiente función de producción para la industria j :

$$Y_j = A_j(oss_j, osm_j)F(L_j, K_j, M_j, S_j),$$

donde Y representa la producción que es función del trabajo L , del capital K , de los materiales M , y de los servicios utilizados como inputs S , y donde A representa el cambio tecnológico, que es función del *offshoring* de servicios oss , y del *offshoring* de bienes osm .

Se asume que la empresa escoge en una primera etapa la cantidad de *inputs* que necesita para minimizar costes, y en una segunda, etapa escoge la proporción en que se importarán inputs de materiales y servicios para maximizar los beneficios. Así mismo, se supone que todas las empresas enfrentan el mismo precio para los inputs, incluyendo inputs importados y capital.

De la maximización de beneficios en la segunda etapa se obtendría la siguiente función de demanda de trabajo:

$$L_j = g(w_j, r_j, q^m, q^s, p_j, osm_j) / A_j(oss_j, osm_j),$$

siendo p el precio del producto final, r la tasa de rendimiento del capital, w los salarios, q^m el precio de los inputs de materiales y q^s el precio de inputs de servicios.

Esta ecuación de demanda laboral se estima utilizando la siguiente especificación log-log en primeras diferencias:

$$\Delta \log l_{jt} = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta oss_{jt} + \gamma_2 \Delta osm_{jt} + \gamma_3 \Delta \log \omega_{jt} + \gamma_5 \Delta \log p_{jt} + \delta_t D_t + \delta_i D_j + \varepsilon_{jt},$$

donde se incluyen efectos fijos temporales D_t y de industria D_j .

A partir de la estimación de esta ecuación con los datos correspondientes a una desagregación de 450 sectores, Amiti y Wei (2006) concluyen que hay un pequeño efecto negativo del *offshoring* de servicios sobre la demanda de trabajo. Sin embargo, este efecto desaparece cuando estos sectores se agregan a 96 industrias, indicando que hay suficiente crecimiento en la demanda en otras industrias dentro de esa clasificación en sentido amplio para desplazar cualquier efecto negativo. Ello reflejaría la flexibilidad laboral de EEUU que permite la reasignación de trabajadores entre industrias. Por tanto, no habría pérdida neta de empleo asociada al *offshoring*.

Por su parte, Geishecker y Görg (2008) combinan para el Reino Unido información sobre los salarios y las características individuales de los trabajadores procedentes de la *British Household panel survey* (BHPS) para el período 1992- 2004, con datos obtenidos de la tabla *input-output* proporcionada por *UK National Statistics*.⁴

La información disponible sobre los trabajadores les permite utilizar en este caso una aproximación consistente en estimar la siguiente ecuación de Mincer de salario de capital humano:

$$\log \omega_{ijt} = \alpha + \beta X_{it} + \gamma Y_{jt} + \lambda_S oss_{jt} + \lambda_M osm_{jt} + \mu_t + \tau_i + \iota_j + \epsilon_{ijt},$$

donde ω_{ijt} es el salario por hora del trabajador i en la industria j y el período t , definido como promedio de las ganancias laborales por hora bruta incluyendo bonos, premios y otros pagos extra en el año precedente al mes de la entrevista. X_{it} es un vector de variables estándar demográficas y de capital humano, oss es el *offshoring* de servicios, μ_t

⁴ Construyen la medida de *offshoring* de servicios como: $oss_{jt} = \frac{IS_{jt}}{Y_{jt}}$, donde IS_{jt} denota todos los servicios importados e Y_{jt} representa el valor de la producción de la industria j en el período t .

recoge los efectos temporales, τ_i representan los efectos fijos específicos de los individuos y ι_j los efectos de industria.

En el análisis, distinguen tres niveles de cualificación (alta, media y baja) siguiendo la *International Standard Classification of Education* (ISCED), encontrando que el *offshoring* de servicios, afecta negativamente al salario real de los trabajadores de bajo y medio nivel educativo, mientras que los trabajadores de cualificación alta se benefician, ampliándose la brecha entre unos y otros, aunque no en magnitudes representativas.

Finalmente, Crinó (2010) también analiza los efectos del *offshoring* de servicios según los diferentes niveles de educación de los trabajadores y se pregunta cómo la ocupación en actividades comercializables y no comercializables responde al *offshoring* de servicios. Para ello identifica como comercializables aquellas ocupaciones que presentan simultáneamente las siguientes características: involucran tareas rutinarias que son repetidas mecánicamente, se proveen servicios impersonales que no requieren contacto cara a cara, y se producen servicios que pueden ser fácilmente transmitidos desde destinos remotos sin pérdidas significativas de calidad.

Para la aplicación empírica, utiliza información de empleo y salarios de la *Occupational Employment Statistics of the Bureau of Labour Statistics* para 112 ocupaciones de las cuales 58 son de cuello blanco, y para 114 industrias de las cuales 9 son sectores de servicios y emplean mayoritariamente trabajadores de cuello blanco durante el período 1997-2006.⁵

A partir de la información disponible, mide el *offshoring* en la industria j y el período t como la participación de los servicios importados, $IMPS$, en el total de compras de *inputs* que no implican energía, NE :

$$oss_{jt} = \frac{IMPS_{jt}}{NE_{jt}}$$

Desde un punto de vista metodológico, Crinó distingue dos niveles de desagregación en la demanda de trabajo: ocupaciones menores y grupos mayores que aglutinan las

⁵ Adicionalmente, desde 2004 se utilizan series públicas de microdatos.

ocupaciones menores. En este contexto, parte de suponer la siguiente función de producción:

$$y = f(L_1^1, \dots, L_n^i, \dots, L_N^I, \delta', z'),$$

donde L_n^i es el número de empleados en la ocupación menor n , perteneciente al grupo mayor de ocupaciones i . Además, a corto plazo la producción de la empresa representativa en cada industria depende de otros *inputs* variables incluidos en el vector δ . z refleja el stock de capital de corto plazo que está condicionado por un conjunto cambiante de factores que incluye el *offshoring* de servicios y el *offshoring* de materiales, entre otros.

A partir de aquí, deriva un modelo teórico que finalmente da lugar a la formulación de un sistema de ecuaciones de participación de la demanda de los distintos tipos de ocupaciones en los costes. La estimación de este sistema de ecuaciones le permite obtener estimadores de la elasticidad de la demanda laboral con respecto al *offshoring* de servicios para todas las ocupaciones de cuello blanco. Posteriormente, utiliza estas elasticidades para estudiar los efectos del *offshoring* según los distintos niveles de cualificación del trabajador y el grado en el que las actividades son comercializables.

En esta aproximación empírica, el alto nivel de detalle ocupacional plantea dos hechos metodológicos: En primer lugar, el modelo teórico debe reflejar el proceso de toma de decisiones dentro de la empresa respecto a la combinación de ocupaciones. En este sentido, Crinó utiliza un modelo de empresa optimizadora que asume restricciones débiles en relación con las ocupaciones, bajo el supuesto de que la tecnología es separable en grupos de ocupaciones homogéneas. El proceso de optimización de la empresa se presenta en dos etapas. En la primera, la empresa escoge la combinación óptima (que minimiza el coste) de ocupaciones menores en cada grupo mayor. En la segunda, elige la cantidad de trabajo que contratará de los distintos grupos mayores.

Para la resolución de este modelo, Crinó (2010) parte de suponer que, al convertirse el *offshoring* de servicios en una opción factible para las empresas debido, entre otros factores, a la rápida mejora de las TIC, aquellas pueden reubicar mano de obra en el extranjero y, en consecuencia, modificar su demanda doméstica de algunas ocupaciones.

Así, por ejemplo, los países desarrollados podrían especializarse en actividades de servicios más intensivos en conocimiento y optar por el *offshoring* para realizar las otras, lo que podría cambiar la composición doméstica del empleo alejándose de las ocupaciones menos cualificadas hacia ocupaciones más cualificadas. Por otra parte, para aquellas ocupaciones cuyas actividades sean más comercializables, el coste del *offshoring* será menor, por lo que serán también más susceptibles de ser subcontratadas en el extranjero, manteniéndose fijo el nivel de cualificación.

Para captar estos efectos, se asume que el *offshoring* actúa como factor de desplazamiento (*shift-factor*) que afecta la posición de la frontera tecnológica. De esta forma, las funciones de demanda de trabajo (tanto agregadas, como de ocupaciones específicas) estarán condicionadas por el *offshoring* de servicios y se desplazarán paralelamente si este cambia.

El segundo problema metodológico se deriva del hecho de que la estimación de las ecuaciones de participación debe tener en cuenta que dichas participaciones son variables altamente censuradas en muchos casos, dado que determinadas ocupaciones no son empleadas en algunas industrias. Para solucionar este problema, Crinó recurre al método de *Quasi Maximum Likelihood*.

El análisis permite concluir que el *offshoring* de servicios está sesgado hacia actividades intensivas en conocimiento. Así, el *offshoring* aumenta el empleo de trabajadores altamente cualificados, disminuyendo el de los trabajadores de media y baja cualificación. Este resultado depende de la clase de actividades considerada, afectando negativamente el empleo en actividades comercializables y generando un efecto favorable en el de actividades no comercializables.

Aunque los tres estudios descritos sirven de base para la investigación realizada en el capítulo 5 de esta tesis, el llevado a cabo por Amity y Wei (2006) será el referente que más influye el estudio, dado que la información disponible para dicho capítulo se refiere a empresas, y no a características de los trabajadores o a diferentes ocupaciones.

Referencias bibliográficas

- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2005): "Service offshoring, productivity, and employment: Evidence from the United States", IMF working paper 05/238. Washington, DC.
- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2005): "Fear of service outsourcing: Is it justified?", *Economic policy* 20(42), 308- 347.
- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Antràs, P. y Helpman, E. (2004): "Global Sourcing", *Journal of Political Economy* 112(3), 552-580.
- Blinder, A. (2006): "Offshoring: The next industrial revolution?", *Foreign Affairs* 85(2), 113-128.
- Cámara de Guipúzcoa (2005): *El fenómeno de la deslocalización: Propuesta de acciones para minimizar sus efectos*.
- Canals, C. (2006): "What explains the widening wage gap? Outsourcing vs. technology", Working Paper Series No. 01/2006, La Caixa.
- CDTI - Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (2007): "La deslocalización empresarial en España", Cuadernos CDTI de la Innovación Tecnológica.
- Comité Económico y Social Europeo, CCMI (2005): "Alcance y efectos de la deslocalización de empresas". *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Crinó, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77, 595-632.
- Ekholm, K. y Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor demand: Evidence from Sweden", *CEPR Discussion Papers* 5648.
- European Industrial Relations Observatory (2006): *Relocation of production and industrial relations*.
- European Monitoring Centre on Change (2005): *Offshore outsourcing of business services*.
- Feenstra R., y Hanson. G. (1999): "The impact of outsourcing and high technology capital on wages: Estimates for the United States, 1979 - 1990", *Quarterly Journal of Economics* 114, 907-940.
- Feenstra, R. (2004): *Advanced International Trade, Theory and evidence*, Ed. Princeton University Press.

- Feenstra, R. (2007): "Globalization and its impact on labour", wiiw Working Paper Series No.44, The Vienna Institute for International Economic Studies.
- Feenstra, R. (2010): *Offshoring in the Global Economy: Microeconomic Structure and Macroeconomic Implications*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Geishecker, I. (2006): "Does *outsourcing* to Central and Eastern Europe really threaten manual workers' jobs in Germany?", *The World Economy* 29(5), 559-583.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2008): "Winners and losers: A micro-level analysis of international outsourcing and wages", *Canadian Journal of Economics* 41(1), 243-270.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.
- Glass, A.J. y Saggi, K. (2002): "Innovation and wage effects of international outsourcing", *European Economics Review* 45, 67-86.
- Grossman, G. y Rossi-Hansberg, E. (2008): "Trading Task: A Simple Theory of offshoring", *The American Economic Review* 98(5), 1978-1997.
- Jensen, P. (2009): "A learning perspective on the offshoring of advance service", *Journal of international Management* 15, 181 – 193.
- Keuschnigg, C., y Ribi, E. (2009): "Outsourcing unemployment and welfare policy", *Journal of international Economics* 78, 168-176.
- Markusen, J. (2005): "Modeling the offshoring of white-collar services: from comparative advantage to the new theories of trade and foreign direct investment", NBER working papers series 11827.
- Metters, R., y Verma, R. (2008): "History of offshoring knowledge services", *Journal of Operations Management* 26, 141-147.
- Mitra, D., y Ranjan, P. (2008): "Temporary shocks and offshoring: The role of external economies and firm heterogeneity", *Journal of Development Economics* 87, 76-84.
- Muñoz, M. (2002): "Deslocalización sectorial de la inversión directa extranjera en España", *Boletín Económico de Información Comercial Española* 2744, 19-30.
- Trefler, D. (2005): "Service offshoring: Threats and opportunities", *Brookings Trade Forum*, 35-60.
- Youngdahl, W., Ramaswamy, K., y Verma, R. (2008): "Introduction to the Special Issue: Exploring new research frontiers in offshoring knowledge and service processes", *Journal of Operations Management* 26, 135-140.

Capítulo 3: El *offshoring* de I+D en las empresas españolas: un examen preliminar

3.1. Introducción

Si bien la literatura sobre los determinantes del *offshoring* de servicios y, en particular, de servicios de I+D ha crecido de forma sustancial en los últimos años, todavía son escasos los trabajos que abordan este tema con datos individualizados de empresas. Algunas excepciones son los artículos de Jabbour y Zuniga (2009), García-Vega y Huergo (2010, 2011) o Holl y Rama (2012). En especial, estas dos últimas parejas de investigadores obtienen evidencia sobre distintos aspectos de los procesos del *outsourcing* internacional o del *offshoring* de I+D en España utilizando la información contenida en el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC).

Utilizando esta misma base de datos, el propósito de este capítulo es, por una parte, ofrecer una imagen de la magnitud de este fenómeno en España actualizando los datos disponibles hasta la fecha. Por otra parte, se busca llevar a cabo un análisis preliminar sobre los determinantes del *offshoring* de I+D que pueda constituir el punto de partida para la diferentes profundizaciones que se realizan en los capítulos posteriores.

Inicialmente se describirá en detalle la base de datos empleada y se harán algunas observaciones específicas a la misma que resultan relevantes a la hora de trabajar con este panel de datos. A continuación, por medio de una descripción estadística y de la construcción y asociación de algunas variables, se realiza una primera aproximación al tema de los determinantes del *offshoring* de I+D en las empresas españolas. Para ello, se tendrá en cuenta que el concepto de *offshoring* de I+D incluye tanto el *outsourcing* internacional de servicios de I+D, como las compras de I+D que constituyen transacciones de tecnología intra-grupo. En particular, se consideran dentro de este concepto las compras de servicios de I+D que empresas localizadas en España realizan a otras empresas pertenecientes a su mismo grupo pero localizadas en el extranjero.

En este sentido, a diferencia de los trabajos anteriormente mencionados, la contribución principal de este capítulo reside en proporcionar resultados no sólo para la muestra de

empresas españolas del PITEC, sino distinguiendo (y comparando) entre dos subconjuntos de empresas: las empresas independientes y las empresas pertenecientes a grupos empresariales, que por su propia vinculación a estos grupos tienen la posibilidad de realizar *offshoring* de I+D al margen del mercado. Adicionalmente, también incorpora como novedad el análisis separado de los determinantes del *offshoring* de I+D para empresas de manufacturas y de servicios.

Los resultados obtenidos con esta exploración serán contrastados con la ayuda de algunos modelos econométricos simples con el fin de obtener conclusiones más sólidas sobre el comportamiento que las empresas españolas tienen sobre diferentes aspectos que la teoría económica ha relacionado con la realización de prácticas de *offshoring*.

3.2. El *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas del PITEC

El PITEC es una base estadística construida con el formato de un panel de datos, resultado del esfuerzo conjunto de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Cotec junto con el asesoramiento de un grupo de expertos académicos, con el objetivo de facilitar el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas.⁶ El panel se selecciona a partir de las encuestas nacionales llevadas a cabo por el INE en el sector de la innovación: “Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas” y “Estadística sobre actividades de I+D”. Se inicia en el año 2003 sobre dos muestras representativas: la muestra de empresas de 200 o más trabajadores (con una representatividad estimada del 73%) y la muestra de empresas que realizan gasto interno en I+D. En el año 2004 el panel se amplía para incluir una muestra de empresas con menos de 200 empleados y gastos externos en I+D externos pero sin I+D interna, y una submuestra representativa de empresas con menos de 200 trabajadores y sin gastos en innovación.

⁶ El PITEC se encuentra a disposición pública de los investigadores en el portal de la FECYT, en la dirección http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx. Los ficheros accesibles en este portal se corresponden con los ficheros de la base de datos que mantiene el INE, excepto por la “anonimización” de una serie de variables de manera que las empresas a las que corresponden no puedan ser identificadas. Aunque esta anonimización podría introducir algún sesgo en los resultados del análisis que se realiza a continuación, López (2011) demuestra que los sesgos esperables son pequeños mediante la comparación de regresiones que utilizan alternativamente los datos originales y anonimizados.

En el momento de realizar este trabajo, el PITEC había sido actualizado hasta el año 2010, incluyendo información relacionada con algunos datos económicos y con las actividades tecnológicas llevadas a cabo por aproximadamente 12.500 empresas. En este capítulo y en los posteriores se cuenta exclusivamente con la información del período 2004 a 2010, dado que el año 2003 presenta problemas de comparabilidad por las ampliaciones muestrales del año 2004. Además, el análisis se circunscribe específicamente a las empresas innovadoras, entendiendo como tales las empresas con gasto en innovación, concepto que siguiendo el Manual de Oslo de la OECD (2006), incluye el gasto en actividades de I+D interna, la adquisición de servicios de I+D (I+D externa), la adquisición de maquinaria, equipo y *software*, la adquisición de otro conocimiento externo y el gasto en formación y *marketing*. En el PITEC se definen los servicios de I+D como trabajo creativo que se usa para incrementar el volumen de conocimiento y para crear nuevos o mejorados productos y procesos, incluyendo el desarrollo de *software*. Es importante señalar que no se incluye en este concepto la adquisición de *software*, *royalties* o inversiones físicas.

Las empresas con gasto en innovación son en promedio alrededor de 7.500 cada año, pertenecientes a sectores de manufacturas, servicios, construcción, energía y agua, agricultura y actividades extractivas. En el Cuadro 3.1 puede apreciarse que el sector manufacturero representa casi el 60% del total de las empresas de la muestra.

Cuadro 3.1. Número de empresas innovadoras según sector económico

Sector	Años						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Manufacturas	4.063	4.849	4.582	4.170	3.818	3.524	3.187
Servicios	2.169	3.021	2.682	2.451	2.355	2.219	2.066
Construccion	177	227	216	208	188	158	145
Energia y Agua	92	116	109	106	93	91	87
Agricultura	102	126	126	113	89	85	80
Extractiva	31	33	31	27	27	18	18
Total	6.634	8.372	7.746	7.075	6.570	6.095	5.583

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2004-2010

En el Cuadro 3.2 se distingue entre las empresas innovadoras que realizan *offshoring* y las que no, utilizando como medida de *offshoring* la compra de servicios de I+D fuera de España (sin impuestos) a empresas (sean o no del mismo grupo), organismos públicos, universidades, instituciones privadas sin fines de lucro y otras organizaciones internacionales. Como puede observarse para el conjunto de empresas, en torno al 93% no realizan *offshoring* y aproximadamente el 7% si lo llevan a cabo. Estos porcentajes se mantienen constantes a lo largo del período.

**Cuadro 3.2. Número de *offshorers* de I+D entre 2004 y 2010
(Empresas innovadoras)**

Empresas	Años						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
No realizan <i>offshoring</i> de I+D	6.170 (93,0)	7.867 (94,0)	7.274 (93,9)	6.619 (93,6)	6.115 (93,1)	5.658 (92,8)	5.161 (92,4)
Sí realizan <i>offshoring</i> de I+D	464 (7,0)	505 (6,0)	472 (6,1)	456 (6,4)	455 (6,9)	437 (7,2)	422 (7,6)
Total	6.634	8.372	7.746	7.075	6.570	6.095	5.583

Fuente: Cálculos propios a partir del PITEC 2004-2010

Nota: Entre paréntesis figura el porcentaje sobre el total de empresas innovadoras cada año.

Cuando se diferencia entre empresas de manufacturas y de servicios (véase Cuadro 3.3) se observa que se llevan a cabo mayores procesos de *offshoring* de I+D en el sector de manufacturas que en el de servicios. En promedio, el 8% de las empresas manufactureras con gastos en investigación realizan *offshoring*, mientras que el porcentaje es del 5% para las de servicios. El porcentaje de *offshorers* es mayor en las manufacturas de alta-media tecnología, 9%, y tan solo un del 7 % en las de baja tecnología. Así mismo, se conserva la tendencia para las empresas de servicios: el 6% de las empresas en sectores de alta-media tecnología realiza *offshoring*, mientras que en baja tecnología sólo el 3%.

**Cuadro 3.3. Número de *offshorers* de I+D por clase de tecnología, 2004 - 2010
(Empresas innovadoras)**

Actividad económica	Clase de tecnología	No realizan <i>offshoring</i> de I+D	Si realizan <i>offshoring</i> de I+D	Total
Servicios	Tecnología Baja	9.824 (96,6)	345 (3,4)	10.169 (100)
	Tecnología Alta-Media	6.353 (93,5)	441 (6,5)	6.794 (100)
	Total	16.177 (95,4)	786 (4,6)	16.963 (100)
Manufacturas	Tecnología Baja	11.304 (93,4)	799 (6,6)	12.103 (100)
	Tecnología Alta-Media	14.645 (91,0)	1.445 (9,0)	16.090 (100)
	Total	25.949 (92,0)	2.244 (8,0)	28.193 (100)
Total		42.126	3.030	45.156

Fuente: Cálculos propios a partir del PITEC 2004-2010

Nota: Los datos corresponden al número de observaciones en la muestra. Entre paréntesis figura el porcentaje con respecto al total de observaciones en la clase tecnológica.

Como se ha comentado anteriormente, el PITEC presenta una distinta representatividad según el tamaño de la empresa debido al distinto tipo de muestreo realizado para empresas de más de 200 empleados (en adelante, empresas grandes) y empresas de menos de 200 trabajadores (en adelante, PYMEs). Al distinguir según el tamaño y el sector de actividad⁷ (Cuadros 3.4 y 3.5), se observa que cuando el tamaño de la empresa es mayor, en la mayoría de los casos aumenta el porcentaje de empresas que realizan *offshoring* de I+D. En los cuadros siguientes también se confirma que el mayor porcentaje de *offshorers* de I+D, tanto para el sector de las manufacturas como en el sector de servicios, se presenta en aquellas actividades que requieren mayor intensidad tecnológica.

⁷ Véase la correspondencia entre la clasificación empleada y la CNAE-2009 en el Apéndice 3.1.

**Cuadro 3.4. Porcentaje de *offshorers* de I+D según tamaño. Manufacturas
(Porcentaje sobre el total de empresas innovadoras en ese tramo)**

Sector de actividad	Menos de 200 trabajadores	Más de 200 trabajadores	Total
Industrias del petróleo	0,00	64,71	64,71
Alimentación, bebidas y tabaco	2,91	8,04	4,41
Textil	6,36	11,40	6,88
Confección	5,31	3,33	4,92
Cuero y calzado	2,83	18,52	4,38
Madera y corcho	2,12	2,33	2,16
Cartón y papel	4,01	22,64	10,14
Artes gráficas y reproducción	3,54	15,22	5,51
Química	5,99	18,66	7,83
Farmacia	18,97	42,79	29,06
Caucho y plásticos	6,20	25,48	9,65
Productos minerales no metálicos diversos	4,01	20,26	8,46
Metalurgia	7,06	15,76	11,14
Manufacturas metálicas	4,27	4,13	4,25
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	4,68	15,79	6,25
Material y equipo eléctrico	7,09	25,71	10,86
Otra maquinaria y equipo	3,39	14,54	4,64
Vehículos de motor	7,17	29,91	17,96
Construcción naval	6,17	29,41	10,20
Construcción aeronáutica y espacial	3,39	30,77	17,74
Otro equipo de transporte	13,56	26,98	18,23
Muebles	2,18	7,38	2,92
Otras actividades de fabricación	4,99	24,73	7,56
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	1,25	0,00	1,18

Fuente: Cálculos propios a partir del PITEC 2004-2010.

Como se ha comentado en el Capítulo 2 de esta tesis, los estudiosos del proceso de *offshoring* suelen distinguir cuando los proveedores son empresas del mismo grupo de negocios o las compras se realizan a través de mercado, es decir, los proveedores son empresas de fuera del grupo, organismos públicos, universidades, etc. En esta línea, en el Cuadro 3.6 se indica el número de empresas del PITEC que realizan *offshoring* de I+D, identificando si estas pertenecen o no a un grupo, y precisando si los proveedores de los servicios de I+D son empresas del grupo u otras empresas e instituciones. Como es obvio, las empresas no pertenecientes a grupos empresariales sólo pueden adquirir servicios de I+D fuera del grupo. Por otra parte, cabe señalar que incluso en las empresas multinacionales, la mayor parte del *offshoring* tiene lugar con proveedores de fuera del

grupo y sólo un porcentaje reducido de casos (9,2%) combina proveedores de ambos tipos.

Cuadro 3.5. Porcentaje de *offshorers* de I+D según tamaño. Servicios (Porcentaje sobre el total de empresas innovadoras en ese tramo)

Sector de actividad	Menos de 200 trabajadores	Más de 200 trabajadores	Total
Comercio	3,62	4,25	3,77
Transportes y almacenamiento	2,71	4,00	3,45
Hostelería	0,00	3,61	2,48
Telecomunicaciones	7,04	5,00	6,35
Programación, consultoría y otras actividades info.	3,00	1,26	2,84
Otros servicios de información y comunicaciones	4,73	2,38	4,16
Actividades financieras y de seguros	4,31	3,16	3,46
Actividades inmobiliarias	5,00	0,00	3,53
Servicios de I+D	13,36	25,20	14,09
Otras actividades	4,09	3,21	3,98
Actividades administrativas y servicios auxiliares	2,68	3,36	3,00
Educación	0,95	5,88	1,32
Actividades sanitarias y de servicios sociales	0,75	0,69	0,72
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	0,00	4,88	2,60
Otros servicios	3,57	0,00	3,24
Total	4,91	3,69	4,63

Fuente: Cálculos propios a partir del PITEC 2004-2010.

Por lo que se refiere la intensidad de compras, calculada como el porcentaje que representan estas compras de servicios de I+D en el extranjero sobre el total de compras de I+D (I+D externa), en el Cuadro 3.7 se puede apreciar que, independientemente de que la empresa tenga grupo o no, los *offshorers* tienden a combinar las compras en el extranjero con las compras en España. No obstante, el porcentaje de compras fuera de España es más elevado en las empresas que pertenecen a un grupo. Además, cabe señalar que la intensidad del *outsourcing* internacional de I+D es también superior en las empresas con grupo, lo que en principio contradice la evidencia proporcionada por Jabbour y Zuniga (2009) para una muestra de empresas manufactureras francesas entre 1993 y 2001, según la cual las empresas individuales resultan las mas activas en la realización de *outsourcing* internacional de I+D. Esta será una de las cuestiones a analizar en mayor profundidad en los epígrafes siguientes.

Cuadro 3.6. Offshorers de I+D

Empresas	Compra dentro del grupo	Compra fuera del grupo (<i>International outsourcing</i>)	Compra dentro y fuera del grupo^{a)}	Total
Con grupo	955 (44,2)	1.405 (65,0)	199 (9,2)	2.161
Sin grupo	0 (0,0)	1.053 (100,0)	0 (0,0)	1053
Total	955 (29,7)	2.458 (76,5)	199 (6,2)	3.214

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2004-2010.

Nota: Entre paréntesis figura el porcentaje sobre el total de cada fila. ^{a)} Esta columna no es excluyente con las anteriores.

Cuadro 3.7. Intensidad del *offshoring* de I+D
(Porcentaje de compras en el extranjero sobre total de las compras externas)

Empresas	Compra dentro del grupo	Compras fuera del grupo (<i>International outsourcing</i>)	Total
Con grupo	7,98	6,32	14,29
Sin grupo	0,00	5,09	5,09
Total	3,64	5,65	9,29

Fuente: Cálculos propios a partir de PITEC 2004-2010.

Nota: Porcentaje calculado para los offshorers con compras del tipo correspondiente.

Al observar estas regularidades surgen preguntas como ¿qué lleva a una empresa a tomar la decisión de comprar directamente en el mercado o a través de las empresas de propio grupo? o ¿por qué algunas veces se elige una combinación de los dos canales? A continuación se realiza un primer examen de estas cuestiones, dejando para los capítulos siguientes de la tesis un análisis más detallado de cada uno de los canales, con el fin de obtener algunas respuestas sobre las implicaciones de este comportamiento.

Con el fin de conocer las causas que llevan a las empresas españolas a realizar *offshoring* de I+D, en este apartado se estiman algunos modelos econométricos que permiten obtener una mayor intuición sobre el desarrollo de este proceso. Además, se realiza el

análisis distinguiendo entre empresas manufactureras y de servicios, que en su conjunto representan el 94% de las empresas de la muestra.

La selección de variables elegidas como condicionantes del *offshoring* de I+D sigue la literatura previa sobre el tema. En concreto, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

Carácter exportador

La relevancia de este aspecto ha sido estudiada por autores como Bernand et al. (2007) quienes confirman que, comparando con las empresas no exportadoras, las empresas exportadoras son más grandes, más productivas, más intensivas en capital y en conocimientos y pagan salarios más altos. En el caso concreto de los mercados de I+D, cabe pensar que a las empresas exportadoras, al tener un conocimiento previo de los mercados exteriores, les resulta más fácil encontrar proveedores extranjeros de servicios de I+D que se adapten a sus necesidades.

En esta línea, los trabajos de Jabbour y Zuniga (2009), García-Vega y Huergo (2011) y Holl y Rama (2012) obtienen clara evidencia de la relación positiva entre el carácter exportador de las empresas y el *outsourcing* internacional de I+D. Esta dimensión se intenta capturar en este trabajo con dos variables: una variable dicotómica que indica si la empresa realiza o no exportaciones y una medida de la intensidad exportadora, que se construye como la ratio del total de las exportaciones sobre el empleo total. Para evitar problemas de simultaneidad, estas variables se introducen en las estimaciones retardadas un período.

Filial extranjera

Mayer y Ottaviano (2008) enfatizan que las empresas que realizan inversión extranjera directa obtienen desempeños mejores que los exportadores. En esta línea, les podría resultar más rentable la inversión en I+D en el extranjero. Adicionalmente, el arraigo local de las filiales extranjeras puede tener consecuencias beneficiosas para las multinacionales si con ello logran adaptar sus productos a los gustos y normativas nacionales, o absorber más fácilmente el nuevo conocimiento generado en el país anfitrión por sus relaciones con clientes, proveedores o competidores. En esta línea,

García-Vega y Huergo (próxima publicación) encuentran que las filiales de multinacionales extranjeras que adquieren servicios de I+D a través del grupo son más innovadoras que la media de empresas innovadoras españolas. Todo ello hace esperar un comportamiento distinto de las filiales extranjeras con relación a las empresas domésticas.

Así, por ejemplo, como ya se mencionó con anterioridad, Jabbour y Zuniga (2009) obtienen evidencia de que las empresas individuales parecen mas activas en la realización de *outsourcing* internacional de I+D que las empresas pertenecientes a grupos empresariales, en su análisis para una muestra de empresas manufactureras francesas entre 1993 y 2001. Holl y Rama (2012) estudian específicamente la importancia de esta dimensión utilizando información del PITEC para los años 2005 a 2009. En concreto, analizan la interrelación existente entre las decisiones de *outsourcing* nacional de I+D, *offshoring* de I+D, cooperación nacional y cooperación internacional para la innovación como fuentes tecnológicas externas, distinguiendo para el análisis entre filiales extranjeras y empresas nacionales. Sus resultados sugieren no sólo que dichas elecciones son interdependientes, sino también que el comportamiento de las filiales extranjeras es diferente. En comparación con las filiales nacionales, las extranjeras muestran una menor propensión tanto al *outsourcing* nacional de I+D como al *offshoring* de I+D.

Para tener en cuenta esta peculiaridad, a partir de los datos del PITEC en esta tesis se identifican las filiales extranjeras mediante una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa es una filial privada con al menos un 50% de participación de capital extranjero. También se tendrá en cuenta la pertenencia o no de las empresas a grupos empresariales. Nótese que, en el caso de empresas individuales (entendiendo como tales las que no pertenecen a grupos empresariales), *outsourcing* internacional de I+D y *offshoring* de I+D son la misma cosa. Sin embargo, en el caso de empresas pertenecientes a grupos empresariales, el *offshoring* de I+D también incluye las compras que las filiales o empresas asociadas españolas hacen a otras empresas de su mismo grupo en el extranjero.

Empleo en I+D

Representantes de la teoría del capital humano (Hamermesh, 1980, 1993; Kremer, 1993; Dunne y Schmitz, 1992) destacan la complementariedad entre el capital físico y humano, las ventajas derivadas de agrupar trabajadores cualificados con otros trabajadores cualificados y la mejor capacidad para amortizar los costes fijos asociados a la contratación de trabajadores cualificados. En esta línea, cabría esperar que el empleo en I+D fuera complementario al *offshoring* de I+D. Además, según la teoría de los salarios de eficiencia, las empresas tendrán que gastar menos esfuerzo en supervisión y control de estos trabajadores. No obstante, la subcontratación de servicios de I+D fuera de la empresa podría hacer menos necesario mantener una plantilla de investigadores dentro de la empresa, de forma que la asociación entre *offshoring* de I+D y empleo cualificado podría tener el sentido inverso.⁸ Para reflejar el empleo cualificado, la información incluida en el PITEC permite distinguir qué parte del total del empleo en la empresa corresponde a los investigadores dedicados a actividades de I+D. El término investigador se refiere específicamente a los profesionales que trabajan en la creación de nuevos conceptos, productos o procesos, métodos y sistemas, y en la gestión de los respectivos proyectos.

Factores que dificultan la innovación

En general, se espera que los obstáculos a la innovación afecten negativamente la decisión de invertir en actividades tecnológicas y, por tanto, la realización de *offshoring* de I+D (véase García y Huergo, 2011). Siguiendo lo que plantea Chaney (2005), en presencia de costes fijos asociados con exportar y restricciones de liquidez, para algunas empresas sería rentable exportar pero no lo hacen debido a las prevenciones que ellas tienen de que la liquidez con la que cuentan no sea suficiente. Algo similar puede ocurrir con el *offshoring* de I+D si la búsqueda de proveedores extranjeros genera costes irre recuperables que se incrementan en contextos de restricciones financieras o falta de información. El PITEC permite considerar la falta de financiación y la falta de información como factores que dificultan la innovación. La falta de financiación se encuentra asociada con la carencia de fondos propios, la carencia de financiación externa y los costes de innovación. En la encuesta las empresas valoran cada uno de

⁸ Esta relación se analiza en detalle en el Capítulo 4 de esta tesis.

estos tres factores en una escala de 0 a 3 (no relevante, importancia baja, media o alta), siendo el indicador de la falta de financiación el promedio de los factores. Así mismo, para la falta de información se tienen en cuenta dos aspectos: la carencia de información sobre tecnología y mercados. La forma de cuantificarlos es igual que en el caso anterior.

Fuentes de información para la innovación

Estas variables permiten conocer qué tan enfocada se encuentra una empresa al mercado, pues se esperaría que las más enfocadas obtengan más ganancias con el *offshoring*. Las empresas del PITEC reportan la importancia de las fuentes institucionales, internas y de mercado para llevar a cabo la innovación. De estas fuentes se extrae información para nuevos proyectos de innovación o para completar proyectos de innovación en curso.

En el caso de las fuentes institucionales, se tiene en cuenta si la información proviene de universidades u otros centros de enseñanza superior, de organismos públicos de investigación o de centros tecnológicos. Así mismo, las fuentes de mercado se refieren a si la información fue obtenida por proveedores de equipo, material, componentes o software, clientes, competidores u otras empresas de su misma rama de actividad o por medio de consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D. Finalmente, las fuentes internas hacen referencia a cuando la información proviene de la misma empresa o del grupo de empresas. En el PITEC las empresas indican si estas fuentes de información tienen para la empresa una importancia alta, media, baja o no tienen importancia. A partir de las respuestas, para este análisis se ha definido para cada una de los tres tipos de fuentes una variable dicotómica que toma valor 1 si la valoración otorgada por la empresa a ese tipo de fuente es alta y cero en caso contrario.

Continuidad de las actividades tecnológicas

Dado el carácter específico del *offshoring* analizado, cabe suponer que la continuidad de las actividades tecnológicas estimule la contratación de servicios de I+D, ya sea en España o en el extranjero. En este sentido, las empresas del PITEC declaran si realizan actividades de I+D de forma continua y si han solicitado patentes en los últimos tres

años.⁹ Con esta información se han construido dos variables *dummy* que toman el valor de 1 si respectivamente la empresa realiza I+D continuo o si ha solicitado patentes en el año en curso o en los dos años previos.

Otras variables de control

Finalmente, como variables de control se incluyen el tamaño de la empresa (medido como el logaritmo del número de trabajadores) y se tiene en cuenta si la empresa pertenece a un sector de alta-media tecnología de acuerdo con la clasificación CNAE 2009. Se espera que esta última variable afecte positivamente la realización de *offshoring* de I+D. Con relación al tamaño, numerosos autores han analizado su relación con los inputs tecnológicos. Así, por ejemplo, Chang y Robin (2006) confirman que el tamaño de la empresa es una variable clave para explicar la intensidad de la I+D y la importación de tecnología en empresas manufactureras taiwanesas, siguiendo un patrón de U invertida.

Los principales estadísticos descriptivos de estas variables pueden observarse en el Cuadro 3.8.

⁹ Tal como señalan Barajas et al. (2012), la solicitud de patentes de las empresas españolas en la Oficina Europea se concentra en sectores de alta-media tecnología y, en especial, en los manufactureros. Las empresas solicitantes tienen un tamaño superior al resto y en más del 30% de los casos han desarrollado proyectos de I+D financiados por el CDTI en los cinco años previos.

Cuadro 3.8. Estadísticos descriptivos de las variables

Variables	Media	Desviación estándar
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,76	2,89
<i>Offshorer</i> de I+D ^d	0,07	0,25
<i>Offshorer</i> de I+D fuera del grupo ^d	0,05	0,22
<i>Offshorer</i> de I+D dentro del grupo ^d	0,02	0,14
<i>Offshoring</i> de I+D dentro del grupo (en logaritmos)	0,25	1,77
<i>Offshoring</i> de I+D fuera del grupo (en logaritmos)	0,56	2,43
Exportadora (t-1) ^d	0,59	0,49
Intensidad exportadora (t-1) (en logaritmos)	5,82	5,10
Obstáculos para la innovación:		
Falta de financiación	1,84	0,89
Falta de información	1,24	0,78
Fuentes de información para la innovación:		
Fuentes institucionales de información ^d	0,18	0,39
Fuentes de información del mercado ^d	0,54	0,50
Fuentes internas de información ^d	0,41	0,49
Actividad continua de I+D ^d	0,78	0,42
Empleo en I+D (número de trabajadores)	18,71	25,79
Filial ^d	0,08	0,27
Solicitud de patentes ^d	0,17	0,37
Tamaño (en logaritmos)	4,12	1,54
Tamaño (en logaritmos) al cuadrado	19,33	14,38
Manufacturas de alta y media tecnología ^d	0,33	0,47
Servicios de alta y media tecnología ^d	0,14	0,35

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: d= variable dicotómica. (t-1) indica que la variable está retardada un periodo

3.3. Determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas

Con el fin de analizar la decisión de las empresas de llevar a cabo o no la realización de *offshoring* en I+D, se utiliza en primer lugar un modelo Probit, en el cual la variable dependiente se relaciona a través de una función no lineal con las variables explicativas. En este caso la especificación del modelo Probit implica la utilización de la distribución de la normal para el término de error.

Este modelo puede expresarse como:

$$doss_{it} \begin{cases} = 1 & \text{si } \pi oss_{it}^* = F(X'_{it}b + u_{it}) > 0 \\ = 0 & \text{resto} \end{cases} \quad [1]$$

donde $doss_{it}$ representa la decisión de la empresa i en el año t de comprar servicios de I+D en el extranjero, siendo una variable binaria que toma el valor de 1 cuando la empresa realiza *offshoring* de I+D y 0 en caso contrario, πoss^* es una variable latente que puede interpretarse como los beneficios esperados de esa decisión, X es el vector de variables explicativas y u es el término de error, que se distribuye como una normal con media cero y varianza 1.

Como variables explicativas para este modelo probit se utilizan las variables anteriormente indicadas: exportaciones, obstáculos para la innovación, fuentes de información para la innovación, actividad continua en I+D, empleo en I+D, filial, patentes, tamaño y tipo de tecnología.

La estimación de este modelo probit se realiza para el conjunto de empresas, para las empresas que pertenecen a un grupo y para las empresas que no pertenecen a un grupo. En las tres primeras columnas del Cuadro 3.9 se muestran los resultados obtenidos al considerar toda la información como un *pool*. Así mismo se realizan estas tres regresiones como un modelo Probit de efectos aleatorios, con el fin de tener en cuenta la estructura de panel de los datos (véanse las tres últimas columnas del Cuadro 3.9).

**Cuadro 3.9. Determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D
(Empresas innovadoras)**

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo
Exportadora (t-1)	0,280*** (0,028)	0,262*** (0,039)	0,304*** (0,041)	0,375*** (0,061)	0,365*** (0,090)	0,426*** (0,086)
Falta de financiación	-0,021 (0,015)	0,012 (0,020)	-0,057*** (0,022)	0,009 (0,032)	0,062 (0,045)	-0,055 (0,048)
Falta de información	-0,032* (0,016)	-0,059*** (0,023)	0,002 (0,024)	-0,003 (0,035)	-0,096* (0,05)	0,097* (0,051)
Fuentes institucionales de información	0,121*** (0,028)	0,151*** (0,037)	0,078* (0,042)	0,129** (0,057)	0,133* (0,081)	0,187** (0,085)
Fuentes de información del mercado	0,145*** (0,036)	0,167*** (0,048)	0,132** (0,054)	0,242*** (0,070)	0,244** (0,098)	0,257** (0,105)
Fuentes internas de información	-0,041 (0,034)	-0,078* (0,046)	0,011 (0,051)	-0,06046 (0,068)	-0,07238 (0,096)	-0,04565 (0,099)
Actividad continua de I+D	0,265*** (0,036)	0,258*** (0,051)	0,240*** (0,052)	0,427*** (0,076)	0,485*** (0,114)	0,358*** (0,105)
Empleo en I+D	0,012*** (0,001)	0,014*** (0,001)	0,010*** (0,001)	0,018*** (0,001)	0,021*** (0,002)	0,016*** (0,002)
Filial	0,445*** (0,034)	0,331*** (0,036)		0,483*** (0,076)	0,343*** (0,081)	
Solicitud de patentes	0,309*** (0,026)	0,321*** (0,035)	0,272*** (0,041)	0,366*** (0,055)	0,343*** (0,075)	0,365*** (0,085)
Tamaño	0,488*** (0,039)	0,591*** (0,063)	0,441*** (0,073)	0,832*** (0,106)	1,043*** (0,179)	0,700*** (0,182)
Tamaño al cuadrado	-0,026*** (0,004)	-0,035*** (0,005)	-0,033*** (0,009)	-0,039*** (0,010)	-0,058*** (0,016)	-0,051*** (0,022)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,144*** (0,026)	0,173*** (0,034)	0,065 (0,041)	0,374*** (0,073)	0,490*** (0,104)	0,215** (0,107)
Servicios de alta y media tecnología	-0,084** (0,040)	-0,202*** (0,062)	0,027 (0,053)	0,081 (0,104)	-0,064 (0,171)	0,231* (0,131)
Constante	-3,933*** (0,110)	-4,115*** (0,191)	-3,656*** (0,163)	-7,330*** (0,312)	-7,905*** (0,550)	-6,651*** (0,442)
Nº de observaciones	31.425	12.659	18.766	31.425	12.659	18.766
Número de empresas				7.886	3.393	5.238

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Nota: Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10%, respectivamente.

Los resultados obtenidos con estas estimaciones están de acuerdo con lo esperado según la evidencia previa. De esta forma, el ser una empresa exportadora, realizar actividad continua en I+D, solicitar patentes, el ser filial y el tamaño de la empresa son factores que afectan positivamente la realización de *offshoring* de I+D.

Así mismo, las fuentes de información de mercado, tienen un mayor efecto que las institucionales, mientras que las fuentes internas parecen no tener ningún efecto, lo que señalaría que las empresas más enfocadas al mercado llevaran a cabo más actividades en *offshoring* de I+D.

La falta de financiación parece solo afectar levemente a las empresas que no pertenecen a un grupo. Por su parte, la falta de información parece tener mayor repercusión en las que pertenecen a un grupo, reduciendo la realización del *offshoring* de I+D.

Analizando los efectos marginales del modelo probit (Cuadro A.3.1 del Apéndice 3),¹⁰ encontramos que cuando una empresa es exportadora, incrementa la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D en 2,8 puntos porcentuales, siendo este valor más alto cuando la empresa pertenece a un grupo: 4,3 puntos porcentuales. La carencia de financiación, que parece afectar solo a las empresas que no pertenecen a un grupo, reduce la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D en aproximadamente 0,4 puntos porcentuales. Por su parte, por la carencia de información se ven afectadas básicamente las empresas que pertenecen a un grupo, reduciéndose la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* en aproximadamente 1 punto porcentual.

Las fuentes de información del mercado tienen un impacto positivo incrementando la probabilidad de realizar *offshoring* en 1,5 puntos porcentuales para todas las empresas y en 2,9 para las empresas que pertenecen al grupo. Y las fuentes institucionales presentan también un efecto positivo de 1,4 puntos porcentuales para el total de empresas y de 2,8 para las empresas que pertenecen a un grupo.

¹⁰ Como era de esperar, los efectos marginales correspondientes a los modelos probit de efectos aleatorios son de una magnitud muy pequeña, dado que para su estimación únicamente se utiliza la información de las empresas que cambian de estatus.

Cuando se analizan las empresas del sector de manufacturas y del de servicios separadamente vemos que las tendencias obtenidas para el total de empresas se siguen manteniendo, si bien las magnitudes de los efectos difieren entre ambos grupos de empresas.

Por lo que se refiere al sector manufacturero (véase Cuadro 3.10), el tamaño de la empresa, el empleo en I+D y si la empresa pertenece a sectores de alta-media tecnología parecen repercutir más en la decisión de realizar *offshoring*. Por otra parte, la tendencia en el caso de una empresa exportadora es la misma que para el total de empresas, aunque ahora la probabilidad se incrementa solo en 2,2 puntos porcentuales, siendo el porcentaje de 3,1 cuando la empresa pertenece a un grupo (Cuadro A.3.2 del Apéndice 3).

Para este caso, la carencia de financiación tampoco parece afectar a la variable dependiente incluso para las empresas que no pertenecen a un grupo. Por su parte, la falta de información reduce la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* en aproximadamente 0,5 puntos porcentuales para todas las empresas manufactureras y en 1,5 para las empresas que además pertenecen a un grupo.

Así mismo, las fuentes de información institucionales y de mercado tienen la misma relación positiva que en el caso del total de empresas, siendo más fuerte la relevancia de las fuentes institucionales, cuyo impacto alcanza los 3,2 puntos porcentuales para las empresas que pertenecen a un grupo. El resto de variables presentan el signo esperado y siguen la tendencia del total de empresas.

En el sector servicios (véase Cuadro 3.11), el ser una empresa exportadora, el empleo en I+D, el solicitar patentes y el tamaño de la empresa afectan positivamente a la decisión de comprar servicios de I+D en el extranjero en los tres grupos de empresas considerados. Sin embargo, las fuentes de información del mercado y la actividad continua en I+D tienen un efecto positivo en las empresas que pertenecen a un grupo y no parecen afectar a las que no tienen grupo.

**Cuadro 3.10. Determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D. Manufacturas
(Empresas innovadoras)**

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo
Exportadora (t-1)	0,192*** (0,045)	0,177*** (0,061)	0,210*** (0,065)	0,236** (0,099)	0,149 (0,14)	0,367*** (0,142)
Falta de financiación	-0,004 (0,019)	0,012 (0,025)	-0,030 (0,031)	0,058 (0,046)	0,070 (0,061)	0,0132 (0,07)
Falta de información	-0,046** (0,022)	-0,079*** (0,030)	0,009 (0,034)	-0,034 (0,049)	-0,162** (0,069)	0,108 (0,074)
Fuentes institucionales de información	0,132*** (0,039)	0,156*** (0,050)	0,079 (0,062)	0,049 (0,088)	-0,029 (0,118)	0,220 (0,135)
Fuentes de información del mercado	0,147*** (0,05)	0,140** (0,066)	0,176** (0,078)	0,225** (0,105)	0,239* (0,14)	0,251 (0,163)
Fuentes internas de información	-0,010 (0,048)	-0,023 (0,064)	-0,003 (0,074)	-0,054 (0,102)	-0,014 (0,139)	-0,147 (0,156)
Actividad continua de I+D	0,271*** (0,048)	0,216*** (0,067)	0,316*** (0,071)	0,447*** (0,105)	0,439*** (0,154)	0,432*** (0,147)
Empleo en I+D	0,015*** (0,001)	0,021*** (0,002)	0,011*** (0,001)	0,026*** (0,003)	0,039*** (0,005)	0,018*** (0,004)
Filial	0,374*** (0,041)	0,281*** (0,044)		0,589*** (0,106)	0,464*** (0,115)	
Solicitud de patentes	0,299*** (0,034)	0,272*** (0,044)	0,312*** (0,056)	0,353*** (0,077)	0,289*** (0,101)	0,448*** (0,121)
Tamaño	0,534*** (0,07)	0,700*** (0,109)	0,437*** (0,142)	0,934*** (0,205)	1,273*** (0,337)	0,878** (0,364)
Tamaño al cuadrado	-0,021*** (0,007)	-0,035*** (0,010)	-0,027 (0,016)	-0,026 (0,020)	-0,051* (0,030)	-0,061 (0,043)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,098*** (0,032)	0,088** (0,042)	0,065 (0,051)	0,252*** (0,095)	0,278** (0,133)	0,164 (0,136)
Constante	-4,233*** (0,195)	-4,568*** (0,325)	-3,839*** (0,321)	-8,243*** (0,586)	-9,157*** (1,006)	-7,497*** (0,865)
Nº de observaciones	16.955	7.072	9.883	16.955	7.072	9.883
Número de empresas	4.714	2.043	3.068			

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Nota: Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

**Cuadro 3.11. Determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D. Servicios
(Empresas innovadoras)**

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo
Exportadora (t-1)	0,306*** (0,048)	0,187*** (0,072)	0,391*** (0,064)	0,424*** (0,102)	0,436*** (0,168)	0,481*** (0,131)
Falta de financiación	-0,069** (0,029)	-0,017 (0,046)	-0,106*** (0,039)	-0,088 (0,062)	-0,005 (0,105)	-0,152* (0,079)
Falta de información	0,007 (0,033)	-0,008 (0,051)	0,010 (0,044)	0,037 (0,066)	-0,001 (0,112)	0,052 (0,084)
Fuentes institucionales de información	0,048 (0,054)	0,065 (0,083)	0,047 (0,071)	0,143 (0,103)	0,250 (0,179)	0,113 (0,131)
Fuentes de información del mercado	0,126* (0,07)	0,272*** (0,104)	0,008 (0,096)	0,249* (0,132)	0,452** (0,217)	0,146 (0,172)
Fuentes internas de información	0,017 (0,065)	-0,112 (0,097)	0,126 (0,089)	0,078 (0,122)	-0,096 (0,201)	0,214 (0,159)
Actividad continua de I+D	0,123* (0,072)	0,206* (0,107)	0,045 (0,098)	0,304** (0,15)	0,394 (0,247)	0,235 (0,195)
Empleo en I+D	0,009*** (0,001)	0,008*** (0,001)	0,010*** (0,001)	0,014*** (0,002)	0,013*** (0,003)	0,014*** (0,002)
Filial	0,630*** (0,083)	0,554*** (0,089)		1,033*** (0,187)	0,891*** (0,213)	
Solicitud de patentes	0,273*** (0,056)	0,282*** (0,087)	0,265*** (0,075)	0,426*** (0,115)	0,441** (0,191)	0,371** (0,148)
Tamaño	0,499*** (0,064)	0,423*** (0,105)	0,628*** (0,119)	0,805*** (0,157)	0,731*** (0,278)	0,893*** (0,253)
Tamaño al cuadrado	-0,041*** (0,007)	-0,036*** (0,01)	-0,062*** (0,015)	-0,064*** (0,016)	-0,059** (0,025)	-0,082*** (0,031)
Servicios de alta y media tecnología	0,053 (0,052)	0,047 (0,081)	0,059 (0,069)	0,220* (0,126)	0,305 (0,219)	0,223 (0,157)
Constante	-3,519*** (0,172)	-3,290*** (0,314)	-3,658*** (0,247)	-6,459*** (0,474)	-6,631*** (0,886)	-6,359*** (0,631)
Nº de observaciones	8.952	3.039	5.913	8.952	3.039	5.913
Número de empresas				2.771	1.053	1.932

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Analizando los efectos marginales (Cuadro A.3.3 del Apéndice 3), ser una empresa exportadora incrementa la probabilidad de llevar a cabo offshoring de I+ D en 2,9 puntos porcentuales, siendo el impacto mayor que para las empresas manufactureras, y más relevante para las empresas que no pertenecen a un grupo, donde alcanza un valor de 3,1 puntos.

Contrario al sector manufacturero, la carencia de financiación reduce la probabilidad de realizar offshoring en 0,7 puntos porcentuales en las empresas de servicios que no pertenecen a un grupo. En cambio, la falta de información no parece afectar a estas empresas.

Por lo que se refiere a las fuentes de información para la innovación, solo la información del mercado afecta la probabilidad de llevar a cabo offshoring en I+D, especialmente en las empresas que pertenecen a un grupo, alcanzando los 3,3 puntos porcentuales de impacto. Las otras variables se comportan de acuerdo con lo esperado y siguen la tendencia del total de empresas y de las empresas de manufacturas.

Tal y como se observó al estudiar la distribución de *offshorers* de I+D según la nacionalidad de los proveedores (Cuadro 3.6), solo un pequeño porcentaje (9.2%) de las empresas que pertenecen a un grupo de negocios suelen realizar compras de I+D tanto dentro del grupo como fuera del grupo, mientras que la mayoría tiende a elegir un canal (a través del grupo o del mercado) cuando realizan sus compras de I+D en el extranjero. Como una forma de profundizar aún más en el comportamiento de estas empresas que pertenecen a un grupo, se estima a continuación un modelo de decisión múltiple. Ello nos permitirá obtener una mayor intuición sobre los elementos que llevan a seleccionar los diferentes canales a la hora de realizar *offshoring* en I+D.

El modelo elegido es un modelo multinomial, donde la función de distribución del término de error es un función logística, y donde el proceso de elección por parte de la empresa no implica ninguna ordenación. En este caso la variable dependiente representa las diferentes alternativas asociadas a la realización de *offshoring* en I+D. Así, *moss* es una variable de tipo categorial que toma los siguientes valores:

- $moss=0$, si la empresa no realiza *offshoring* de I+D;
- $moss=1$, si realiza *offshoring* de I+D sólo dentro del grupo;
- $moss=2$, si realiza *offshoring* de I+D sólo fuera del grupo;
- $moss=3$, si realiza *offshoring* de I+D tanto fuera como dentro del grupo.

Tal y como plantean Cabrer et al. (2001), este enfoque se sustenta en la teoría de la utilidad del agente económico. En este caso, la empresas elegirán la estrategia que reporte mayor utilidad. Es decir, suponiendo que U_{i0}, U_{i1}, U_{i2} y U_{i3} representan las utilidades de las 4 alternativas para la empresa i -ésima, esta eligirá una determinada estrategia si la utilidad que le proporciona es mayor que la del resto:

$$moss_i = \begin{cases} 0 & \text{si } U_{i0} > U_{im} \quad \forall m \neq 0 \\ 1 & \text{si } U_{i1} > U_{im} \quad \forall m \neq 1 \\ 2 & \text{si } U_{i2} > U_{im} \quad \forall m \neq 2 \\ 3 & \text{si } U_{i3} > U_{im} \quad \forall m \neq 3 \end{cases}$$

Si se modeliza la utilidad obtenida por la empresa i de la alternativa m de la forma siguiente:

$$U_{im} = \beta'_{im} X_{im} + \varepsilon_{im} ,$$

donde X representa el vector de variables explicativas y ε_{im} constituye el término de error que se distribuye i.i.d. a través de empresas y alternativas como una función de valor extremo de tipo I, dado el valor de β_i , tal como demuestra Mc Fadden (1974), la probabilidad de que la empresa i escoja la alternativa m vendrá determinada por:

$$P_{im} = P(moss_i = m) = \frac{e^{\beta'_{im} X_{im}}}{\sum_{k=0}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}} , \quad m=0, 1, 2, 3$$

Es habitual reparametrizar este modelo en términos de una de las alternativas. En concreto, suponiendo $\beta_{i0} = 0$, las probabilidades serían:

$$\left. \begin{aligned} P_{i0} &= \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}} \\ P_{im} &= \frac{e^{\beta'_{im} X_{im}}}{1 + \sum_{k=1}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}}, \quad m=1, 2, 3 \end{aligned} \right\} \text{ siendo } P_{i0} + P_{i1} + P_{i2} + P_{i3} = 1$$

Este modelo se estima por máxima verosimilitud. Como es obvio, los coeficientes del modelo logit multinomial son difíciles de interpretar, dado que están expresados de en términos relativos al caso base. Por esta razón, en los cuadros siguientes se presentan los efectos marginales de las variables explicativas sobre la probabilidad de observar cada estrategia (los coeficientes estimados se recogen en los Cuadros A.3.4, A.3.5 y A.3.6 del Apéndice 3).

Así, con base en estas regresiones realizadas para las empresas que pertenecen a un grupo (Cuadro 3.12), se observa que el ser una empresa exportadora afecta a la realización de *offshoring* tanto dentro como fuera del grupo. De hecho, el ser una empresa exportadora incrementa la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D solo a través del grupo en 1,6 puntos porcentuales, siendo el impacto muy similar sobre la probabilidad de realizarlo exclusivamente a través del mercado (1,5 puntos), mientras que apenas alcanza los 0,5 puntos sobre la probabilidad de utilizar los dos canales simultáneamente.

La falta de financiación afecta negativamente a aquellas empresas que realizan *offshoring* de I+D exclusivamente dentro del grupo, mientras que la carencia de información disminuye la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D solo con proveedores de fuera del grupo.

Por lo que se refiere a las fuentes de información para la innovación, únicamente parecen afectar a las transacciones a través del mercado. En concreto, la información institucional y del mercado incrementan la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D fuera del grupo en 2,4 puntos porcentuales. Por su parte, la información interna afecta de manera negativa disminuyendo la probabilidad en 1,5 puntos.

**Cuadro 3.12. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la
decisión de *offshoring* de I+D
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)**

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,016*** (0,002)	0,015*** (0,004)	0,005*** (0,001)
Falta de financiación	-0,003** (0,001)	0,004 (0,003)	0,001* (0,001)
Falta de información	-0,002 (0,002)	-0,006** (0,003)	-0,002 (0,001)
Fuentes institucionales de información	0,002 (0,003)	0,024*** (0,005)	-0,001 (0,001)
Fuentes de información del mercado	-0,005 (0,004)	0,024*** (0,005)	0,001 (0,001)
Fuentes internas de información	0,007* (0,004)	-0,015*** (0,005)	-0,001 (0,001)
Actividad continua de I+D	0,003 (0,003)	0,033*** (0,005)	0,003 (0,002)
Empleo en I+D	0,0001** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,0002*** (0,000)
Filial	0,052*** (0,006)	-0,011** (0,005)	0,007*** (0,002)
Solicitud de patentes	0,002 (0,003)	0,045*** (0,006)	0,006*** (0,002)
Tamaño	0,020*** (0,005)	0,060*** (0,008)	0,012*** (0,002)
Tamaño al cuadrado	-0,001*** (0,000)	-0,004*** (0,001)	-0,001*** (0,000)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,005** (0,002)	0,017*** (0,005)	0,005*** (0,002)
Servicios de alta y media tecnología	-0,001 (0,004)	-0,029*** (0,005)	0,003 (0,003)
Observaciones	12.659		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo «t-1» significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cabe señalar el distinto impacto que tiene el ser una filial¹¹ sobre las compras dentro y fuera del grupo. Como era de esperar, las subsidiarias tienen una menor probabilidad de realizar *offshoring* de I+D exclusivamente a través del mercado, y por el contrario tienen una mayor probabilidad de llevarlo a cabo dentro del grupo o combinando ambos canales.

La realización de actividades de I+D de forma continua incrementa la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D sólo a través del mercado. El resto de variables tienen el impacto y el signo esperado. Así mismo se comprueba que con el tamaño existe una relación no lineal.

Los Cuadros 3.13 y 3.14 recogen los resultados separadamente para las manufacturas y los servicios. Si bien en términos generales se mantienen las pautas observadas para el conjunto de empresas con grupo, existen algunas diferencias significativas. Así, la falta de financiación parece tener un efecto sobre la probabilidad de realizar *offshoring* dentro del grupo para las empresas manufactureras, pero no para las de servicios. Del mismo modo, la falta de información reduce la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D a través del mercado en las manufacturas, pero no en los servicios.

¹¹ En el PITEC, las empresas pertenecientes a grupos pueden ser filiales, matrices, conjuntas o asociadas.

**Cuadro 3.13. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la
decisión de *offshoring* de I+D. Manufacturas
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)**

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,010** (0,004)	0,014** (0,007)	0,001 (0,002)
Falta de financiación	-0,004** (0,002)	0,006* (0,003)	0,001 (0,001)
Falta de información	-0,002 (0,002)	-0,011*** (0,004)	0,000 (0,001)
Fuentes institucionales de información	0,000 (0,004)	0,028*** (0,008)	-0,002 (0,001)
Fuentes de información del mercado	-0,005 (0,006)	0,025*** (0,008)	0,001 (0,002)
Fuentes internas de información	0,008 (0,006)	-0,010 (0,008)	0,001 (0,002)
Actividad continua de I+D	0,007 (0,004)	0,026*** (0,008)	0,002 (0,002)
Empleo en I+D	0,0004 (0,000)	0,002*** (0,000)	0,0002*** (0,000)
Filial	0,067*** (0,007)	-0,022*** (0,005)	0,005** (0,002)
Solicitud de patentes	0,004 (0,004)	0,037*** (0,007)	0,006*** (0,002)
Tamaño	0,026*** (0,009)	0,081*** (0,014)	0,018*** (0,004)
Tamaño al cuadrado	-0,002** (0,001)	-0,004*** (0,001)	-0,001*** (0,000)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,002 (0,003)	0,007 (0,006)	0,005*** (0,002)
Observaciones	7.072		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo «t-1» significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro 3.14. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la decisión de *offshoring* de I+D. Servicios
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,013*** (0,004)	-0,001 (0,007)	0,004** (0,002)
Falta de financiación	-0,002 (0,002)	-0,001 (0,004)	0,001 (0,001)
Falta de información	-0,001 (0,002)	0,003 (0,005)	-0,001 (0,001)
Fuentes institucionales de información	0,004 (0,004)	-0,002 (0,007)	0,002 (0,002)
Fuentes de información del mercado	0,001 (0,005)	0,022** (0,009)	0,002 (0,002)
Fuentes internas de información	0,006 (0,005)	-0,018** (0,008)	-0,000 (0,001)
Actividad continua de I+D	-0,001 (0,004)	0,027*** (0,008)	-0,002 (0,003)
Empleo en I+D	0,00009 (0,000)	0,0004*** (0,000)	0,0001*** (0,000)
Filial	0,050*** (0,012)	0,007 (0,011)	0,012** (0,005)
Solicitud de patentes	-0,003 (0,004)	0,034*** (0,012)	0,002 (0,002)
Tamaño	0,003 (0,004)	0,033*** (0,010)	0,006** (0,003)
Tamaño al cuadrado	-0,000 (0,000)	-0,003*** (0,001)	-0,001** (0,000)
Servicios de alta y media tecnología	-0,000 (0,003)	0,004 (0,008)	0,001 (0,002)
Observaciones	3.039		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El superíndice «d» indica que la variable es dicotómica y el «log» que la variable está en logaritmos. El símbolo «t-1» significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

3.4. Determinantes de la cuantía del *offshoring* de I+D en las empresas innovadoras españolas

Con el fin de ahondar más en el análisis de los determinantes del *offshoring*, a continuación se estudian los factores que afectan a la intensidad de dicha actividad, medida como el porcentaje que representan las compras de servicios de I+D en el extranjero sobre el total de compras de servicios de I+D (I+D externa). Como se puede estar presentando un potencial problema de selección, este estudio se realiza mediante la estimación de un modelo tipo Heckman o Tobit generalizado, donde se estiman simultáneamente dos ecuaciones por máxima verosimilitud. La primera se refiere a la decisión de la empresa de comprar servicios de I+D en el extranjero, mientras que la segunda se refiere a la cuantía en que se realizan estas compras.

Más formalmente el modelo es el siguiente: La cuantía del *offshoring* de I+D de la empresa i en el año t se describe mediante la variable latente oss_{it}^* :

$$oss_{it}^* = z_{it}'\beta + e_{it}$$

donde z_{it} es un vector de determinantes de la cuantía del *offshoring* en I+D. Sin embargo, sólo se observa dicha cuantía si la empresa decide importar servicios de I+D. La ecuación de selección coincide con la ecuación [1] del apartado anterior, es decir, viene dada por la siguiente expresión:

$$doss_{it} = \begin{cases} =1 & \text{si } \pi oss_{it}^* = F(X_{it}'b + u_{it}) > 0 \\ =0 & \text{resto} \end{cases}$$

donde $doss_{it}$ representa la decisión de la empresa i en el año t de comprar servicios de I+D en el extranjero, siendo una variable binaria que toma el valor de 1 cuando la empresa realiza *offshoring* de I+D y 0 en caso contrario, πoss^* es una variable latente que puede interpretarse como los beneficios esperados de esa decisión, X es el vector de variables explicativas y u es el término de error, que se distribuye como una normal con media cero y varianza 1.

Condicionada en que la empresa realice importaciones de servicios de I+D, podemos observar la cuantía de dicha actividad, es decir,

$$oss_{it} = \begin{cases} oss_{it}^* = z'_{it}\beta + e_{it} & \text{si } doss_{it} = 1 \\ 0 & \text{si } doss_{it} = 0 \end{cases},$$

donde suponemos que los términos de error e y ε se distribuyen como una normal bivalente con media cero, $\sigma_e = 1$ y $\sigma_\varepsilon = 1$, y coeficiente de correlación ρ .

Este modelo de selección se estima tanto para el conjunto de empresas, como distinguiendo entre las que pertenecen o no a un grupo empresarial. Se puede apreciar que el término de correlación es estadísticamente diferente de cero en la mayoría de las especificaciones, lo que indica que es necesario llevar a cabo esta corrección al estimar los determinantes de la cuantía.

En los cuadros que se presentan a continuación, se utiliza como medida de *offshoring* de I+D el gasto efectuado por la empresa en la compra de servicios de I+D fuera de España (en logaritmos). Los resultados del Cuadro 3.15 ponen de manifiesto que la falta de información disminuye la cuantía del *offshoring* de I+D casi en 17 puntos porcentuales para el conjunto de empresas, en 14 puntos para las empresas que pertenecen a un grupo y en 21 puntos para las empresas no pertenecientes a ningún grupo.

Así mismo, el empleo en I+D, el pertenecer a un sector de alta y media tecnología y el ser filial aumentan la cuantía del *offshoring* básicamente en las empresas que pertenecen a un grupo, mientras que el solicitar patentes eleva la intensidad de *offshoring* especialmente en las empresas sin grupo empresarial.

Es importante observar que, aunque la variable tamaño afecta la cuantía del *offshoring* en los tres grupos de empresas considerados, el signo del impacto difiere según la pertenencia a un grupo.

**Cuadro 3.15. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para el
offshoring de I+D
(Empresas innovadoras)**

	Todas las empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx
Exportadora (t-1)	0,051 (0,095)	0,028*** (0,003)	0,058 (0,129)	0,042*** (0,006)	0,068 (0,133)	0,021*** (0,003)
Falta de financiación	-0,036 (0,049)	-0,002 (0,002)	-0,051 (0,064)	0,003 (0,003)	-0,002 (0,075)	-0,004*** (0,002)
Falta de información	-0,170*** (0,055)	-0,004** (0,002)	-0,140* (0,073)	-0,011*** (0,004)	-0,210*** (0,080)	0,000 (0,002)
Fuentes institucionales de información	0,043 (0,087)	0,014*** (0,003)	0,037 (0,113)	0,028*** (0,007)	0,101 (0,130)	0,006* (0,003)
Fuentes de información del mercado	0,007 (0,117)	0,015*** (0,004)	-0,040 (0,151)	0,029*** (0,008)	0,012 (0,176)	0,009** (0,004)
Fuentes internas de información	0,114 (0,109)	-0,005 (0,004)	0,068 (0,141)	-0,014* (0,008)	0,391** (0,161)	0,001 (0,004)
Actividad continua de I+D		0,023*** (0,003)		0,040*** (0,006)		0,015*** (0,003)
Empleo en I+D	0,013*** (0,002)	0,001*** (0,000)	0,021*** (0,003)	0,002*** (0,000)	0,004 (0,003)	0,001*** (0,000)
Filial	0,651*** (0,100)	0,062*** (0,006)	0,525*** (0,108)	0,064*** (0,008)		
Solicitud de patentes	0,218*** (0,083)	0,039*** (0,004)	0,110 (0,105)	0,063*** (0,007)	0,375*** (0,126)	0,023*** (0,004)
Tamaño	0,506*** (0,136)	0,052*** (0,004)	0,744*** (0,210)	0,104*** (0,011)	-0,496* (0,263)	0,031*** (0,005)
Tamaño al cuadrado	0,014 (0,013)	-0,003*** (0,000)	-0,006 (0,018)	-0,006*** (0,001)	0,116*** (0,032)	-0,002*** (0,001)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,384*** (0,085)	0,016*** (0,003)	0,500*** (0,107)	0,032*** (0,006)	0,058 (0,136)	0,005 (0,003)
Servicios de alta y media tecnología	0,368*** (0,140)	-0,008** (0,004)	0,484** (0,218)	-0,031*** (0,009)	0,317* (0,169)	0,002 (0,004)
Rho	0,737*** (0,051)		0,706*** (0,069)		-0,007 (0,099)	
Nº de obs. censuradas/no censuradas	29.117/2.308		11.119/1.540		17.998/768	
Número de observaciones	31.425		12.659		18.766	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Los Cuadros 3.16 y 3.17 recogen los resultados separadamente para las manufacturas y los servicios, manteniéndose en general las pautas observadas para el conjunto de empresas.

Cuadro 3.16. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para el *offshoring* de I+D. Manufacturas

	Todas empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx
Exportadora (t-1)	-0,079 (0,152)	0,020*** (0,004)	-0,143 (0,200)	0,031*** (0,010)	-0,139 (0,224)	0,013*** (0,004)
Falta de financiación	-0,059 (0,063)	-0,000 (0,002)	-0,167** (0,077)	0,003 (0,005)	0,272*** (0,103)	-0,002 (0,002)
Falta de información	-0,098 (0,072)	-0,005** (0,002)	-0,046 (0,091)	-0,016*** (0,006)	-0,230** (0,107)	0,001 (0,002)
Fuentes institucionales de información	0,128 (0,118)	0,016*** (0,005)	0,096 (0,147)	0,031*** (0,011)	0,232 (0,189)	0,006 (0,005)
Fuentes de información del mercado	0,139 (0,159)	0,016*** (0,005)	0,199 (0,200)	0,027** (0,012)	0,003 (0,249)	0,012** (0,005)
Fuentes internas de información	-0,053 (0,149)	-0,002 (0,005)	-0,190 (0,186)	-0,005 (0,012)	0,331 (0,227)	-0,000 (0,005)
Actividad continua de I+D		0,028*** (0,004)		0,041*** (0,010)		0,019*** (0,004)
Empleo en I+D	0,023*** (0,004)	0,002*** (0,000)	0,031*** (0,006)	0,004*** (0,000)	0,008* (0,005)	0,001*** (0,000)
Filial	0,566*** (0,116)	0,051*** (0,007)	0,491*** (0,127)	0,057*** (0,010)		
Solicitud de patentes	0,024 (0,107)	0,038*** (0,005)	-0,005 (0,130)	0,057*** (0,010)	0,105 (0,172)	0,026*** (0,005)
Tamaño	0,904*** (0,226)	0,059*** (0,007)	0,899*** (0,326)	0,133*** (0,020)	-0,814 (0,496)	0,030*** (0,010)
Tamaño al cuadrado	-0,009 (0,020)	-0,002*** (0,001)	-0,008 (0,028)	-0,007*** (0,002)	0,185*** (0,056)	-0,002 (0,001)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,437*** (0,104)	0,011*** (0,003)	0,474*** (0,129)	0,017** (0,008)	0,349** (0,164)	0,004 (0,003)
Rho	0,705*** (0,069)		0,668** (0,095)		0,437 (0,304)	
Nº de obs. censuradas/no censuradas	15.590/1.365		6.085/987		9.505/378	
Número de observaciones	16.955		7.072		9.883	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro 3.17. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para el *offshoring* de I+D. Servicios

	Todas las empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx	Cuantía dy/dx	Decisión dy/dx
Exportadora (t-1)	0,160 (0,159)	0,029*** (0,005)	0,120 (0,240)	0,024** (0,009)	0,319* (0,192)	0,030*** (0,006)
Falta de financiación	0,020 (0,103)	-0,006** (0,003)	0,216 (0,163)	-0,002 (0,006)	-0,236* (0,121)	-0,007** (0,003)
Falta de información	-0,398*** (0,114)	0,000 (0,003)	-0,501*** (0,180)	-0,002 (0,006)	-0,208 (0,135)	0,000 (0,003)
Fuentes institucionales de información	0,020 (0,174)	0,005 (0,005)	0,399 (0,272)	0,010 (0,011)	-0,199 (0,207)	0,003 (0,005)
Fuentes de información del mercado	-0,311 (0,239)	0,011* (0,006)	-0,668* (0,350)	0,034*** (0,012)	-0,216 (0,298)	0,000 (0,006)
Fuentes internas de información	0,719*** (0,217)	0,002 (0,006)	0,778** (0,315)	-0,014 (0,012)	0,842*** (0,272)	0,009 (0,006)
Actividad continua de I+D		0,011** (0,005)		0,021** (0,010)		0,008 (0,005)
Empleo en I+D	0,007** (0,003)	0,001*** (0,000)	0,012*** (0,005)	0,001*** (0,000)	0,001 (0,003)	0,001*** (0,000)
Filial	1,024*** (0,247)	0,086*** (0,016)	0,877*** (0,292)	0,090*** (0,019)		
Solicitud de patentes	0,850*** (0,178)	0,028*** (0,007)	0,612** (0,285)	0,043*** (0,014)	0,899*** (0,211)	0,020*** (0,007)
Tamaño	0,785*** (0,223)	0,044*** (0,006)	0,791** (0,381)	0,055*** (0,013)	0,703* (0,389)	0,041*** (0,008)
Tamaño al cuadrado	-0,032 (0,023)	-0,004*** (0,001)	-0,030 (0,035)	-0,005*** (0,001)	-0,050 (0,051)	-0,004*** (0,001)
Servicios de alta y media tecnología	0,194 (0,183)	0,004 (0,005)	0,396 (0,314)	0,006 (0,010)	-0,057 (0,203)	0,003 (0,005)
Rho	-0,749 (0,113)		0,817 (0,117)		-0,875 (0,055)	
Nº de obs. censuradas/no censuradas	8.451/501		2.796/243		5.655/258	
Número de observaciones	8.952		3.039		5.913	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

3.5. Conclusiones

Si bien la literatura sobre los determinantes del *offshoring* de servicios ha crecido de forma sustancial en los últimos años, todavía son escasos los trabajos que abordan este tema con datos individualizados de empresas. El trabajo realizado en este capítulo pretende contribuir a profundizar en esta línea, aprovechando la información sobre empresas españolas que realizan *offshoring* de I+D disponible en el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) construido por el INE sobre la base de las encuestas nacionales llevadas a cabo en el sector de la innovación: “Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas” y “Estadística sobre actividades de I+D”.

El análisis se circunscribe a empresas con gasto en innovación que en promedio son unas 7.500 cada año. Con estos datos, aproximadamente el 7% de las empresas innovadoras realizan *offshoring* de I+D, siendo este porcentaje superior en las manufacturas que en los servicios, y mayor en sectores de media-alta tecnología que en actividades de bajo contenido tecnológico.

Por lo que se refiere la intensidad del *offshoring*, definido como el porcentaje que representan las compras de servicios de I+D en el extranjero sobre el total de compras de I+D (I+D externa), los *offshorers* tienden a combinar las compras en el extranjero con el outsourcing nacional. La intensidad del *offshoring* es en torno al 5% en las empresas individuales, alcanzando un porcentaje mucho más elevado (14,3%) en las empresas pertenecientes a grupos de negocios.

El análisis de los determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D realizado en el capítulo proporciona evidencia acorde en general con la literatura empírica previa: el ser una empresa exportadora, realizar actividad continua en I+D, solicitar patentes, el ser filial y el tamaño de la empresa son factores que afectan positivamente la realización de *offshoring* de I+D. Además, se obtienen algunas pautas diferenciadas para las empresas individuales respecto a las que pertenecen a grupos con relación a las variables que representan los obstáculos para la innovación. Así, la falta de financiación parece afectar sólo a las empresas individuales, mientras que la falta de información tiene una mayor repercusión en las que pertenecen a un grupo.

Por lo que se refiere a la cuantía del *offshoring* de I+D, esta se ve afectada negativamente por la falta de información en todos los casos. Por el contrario, el empleo en I+D y ser un solicitante de patentes se asocian positivamente con la compra de servicios de I+D en el extranjero. El carácter exportador de las empresas y las fuentes institucionales de información sólo tienen un impacto positivo en el caso de empresas pertenecientes a grupos empresariales. Por el contrario, las fuentes internas de información afectan positivamente al *offshoring* de I+D únicamente en el caso de las empresas individuales.

Para clarificar los factores que influyen sobre el *offshoring* de I+D de las empresas pertenecientes a grupos de negocio, también se procede a la estimación de un modelo de decisión múltiple donde se consideran cuatro opciones: no realizar *offshoring* de I+D, realizar *offshoring* sólo a través del grupo, llevar a cabo únicamente *outsourcing* internacional de I+D (la vía del mercado) y realizar *offshoring* de I+D tanto fuera como dentro del grupo. Los resultados obtenidos confirman el efecto positivo del carácter exportador de las empresas y del empleo en I+D sobre la realización de todas las modalidades de *offshoring* de I+D. Además se obtiene que la falta de financiación afecta negativamente a aquellas empresas que realizan *offshoring* de I+D exclusivamente dentro del grupo, mientras que la carencia de información disminuye la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D solo con proveedores de fuera del grupo.

La exploración que se ha realizado en este capítulo contribuye a conocer la conducta reciente de las empresas innovadoras relativa a sus decisiones de comprar servicios de I+D fuera de España, mostrando evidencia de las diferencias que existen entre empresas de manufacturas o servicios y poniendo de manifiesto el peculiar comportamiento de las empresas pertenecientes a grupos de negocios.

Estos resultados sirven además de base para desarrollar los posteriores capítulos. Así, en el Capítulo 4 se analiza de una manera más detallada la forma en que las empresas que pertenecen a un grupo y que se localizan en España realizan compras de servicios de I+D en el extranjero. En particular, además de las características de la empresa analizadas en este capítulo como determinantes del *offshoring* de I+D, se tiene en cuenta la relevancia que para dichas transacciones tiene la confianza en los ciudadanos

españoles por parte de los ciudadanos del país donde se ubica la empresa matriz, así como otras variables distintivas del país sede.

Por su parte, en el Capítulo 5 el énfasis se pone en el *outsourcing* internacional de I+D (excluyendo por tanto del análisis las transacciones de las multinacionales) y su relación con el mercado laboral. Aunque esta es una de las temáticas más estudiadas en el campo del *offshoring*, en ese capítulo se analiza la relación específica entre el *offshoring* de I+D y el empleo en I+D, que constituye un caso muy significativo de empleo cualificado.

Referencias bibliográficas

- Barajas, A. Huergo, E. y Moreno, L. (2012): "Las empresas españolas que patentan en la Oficina Europea. Características comparadas con las no solicitantes", *Economía Industrial* 382, 53-61.
- Bernand, A. B. Jensen, J.B y Reedding, S. J. (2007): "Firms in International trade", *NBER Working paper* No. 13054.
- Cabrer, B., Sancho, A. y Serrano, G. (2001): *Microeconometría y decisión*. Ediciones Piramide.
- Chaney, T. (2005): "Liquidity Constrained Exporters." Available at <http://home.uchicago.edu/~tchaney/research/ConstrainedExporters.pdf>.
- Chang, C.-L. y Robin, S. R. (2006): "Doing R&D and/or Importing Technologies: The Critical Importance of Firm Size in Taiwan's Manufacturing Industries", *Review of Industrial Organization* 29(3), 253-278.
- Dunne, T. y Schmitz, J. (1992): "Wages, employer size-wage premia and employment structure: Their relationship to advanced-technology usage at U.S. manufacturing establishments", Discussion Papers Center for Economic Studies CES 92-15, Bureau of the Census.
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2010): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", en L. Sanz y L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2011): "Determinants of International R&D Outsourcing: The role of trade", *Review of Development Economics* 15(1), 93-107.
- García-Vega, M. y Huergo, E. (próxima publicación): "Multinationals' Technology Transfers and firms' performance", en S. Beugelsdijk, S. Brakman, H. van Ees y H. Garretsen (Eds.): *Firms in the international economy; Closing the gap between international economics and international business*, CESifo Seminar Series, The MIT Press.
- Hamermesh, D. S. (1980): "Commentary", en J. J. Siegfried (ed.): *The Economics of Firm Size, Market Structure and Social Performance*. Washington D.C.: Federal Trade Commission.
- Hamermesh, D. S. (1993): *Labor Demand*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Holl, A. y Rama, R. (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", MPRA Paper 42328, University Library of Munich, Germany, revised Oct 2012.
- Jabbour, L. y Zuniga, M. P. (2009): "Drivers of the Offshore Outsourcing of R&D: Empirical Evidence from French Manufacturers", Discussion Papers 09/04, University of Nottingham, GEP.
- Kremer, M. (1993): "The O-Ring Theory of Economic Development", *The Quarterly Journal of Economics* 108, 551-75.

- López, A. (2011): "Effect of microaggregation on regression results: an application to Spanish innovation data", *The Empirical Economics Letters* 10(12).
- Mc Fadden, D. (1974): "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", en P. Zarembka (ed.): *Frontiers in Econometrics*. New York. Academic Press.
- Mayer, T. y Ottaviano, G. (2008): "The Happy Few: The internationalization of European Firms", *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 43(3), 135-148.
- OECD y Eurostat (2006): *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. 3ª edición.
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC)*. Disponible en:
http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx
- Rebitzer, J. y Robinson, M. (2001): "Employer Size and Dual Labor Markets", *Review of Economics and Statistics* 73(4), 710-715.

Apéndice 3.1: Correspondencia de las actividades de alta-media y baja tecnología con los códigos a dos dígitos de la clasificación NACE Rev.2

NACE Rev. 2	Manufacturas de baja tecnología
10-12	Alimentación, bebidas y tabaco
13	Textil
14	Confección
15	Cuero y calzado
16	Madera y corcho
17	Cartón y papel
18	Artes gráficas y reproducción
19	Industrias del petróleo
22	Caucho y plásticos
23	Productos minerales no metálicos diversos
24	Metalurgia
32	Otras actividades de fabricación
31	Muebles
33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo
	Manufacturas de alta-media tecnología
20	Química
21	Farmacia
25	Manufacturas metálicas
26	Productos informáticos, electrónicos y ópticos
27	Material y equipo eléctrico
28	Otra maquinaria y equipo
29	Vehículos de motor
30	Otro equipo de transporte
	Servicios de baja tecnología
45-47	Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas
49-53	Transporte y almacenamiento
55-56	Hostelería
64-66	Actividades financieras y de seguros
68	Actividades inmobiliarias
69-71, 73-75	Otras actividades (excepto I+D)
77-82	Actividades administrativas y servicios auxiliares
85 (except 854)	Educación
86-88	Actividades sanitarias y de servicios sociales
90-93	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento
95-96	Otros servicios
	Servicios de alta-media tecnología
58-63	Otros servicios de información y comunicaciones
72	Servicios I+D

Apéndice 3.2: Estadísticos descriptivos de las principales variables. Solo empresas de manufacturas y servicios

Variables	Media	Desviación estándar
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0.61	2.57
<i>Offshorer</i> de I+D ^d	0.05	0.23
<i>Offshorer</i> de I+D fuera del grupo ^d	0.05	0.21
<i>Offshorer</i> de I+D dentro del grupo ^d	0.01	0.11
<i>Offshoring</i> de I+D dentro del grupo (en logaritmos)	0.15	1.39
<i>Offshoring</i> de I+D fuera del grupo (en logaritmos)	0.49	2.29
Exportadora (t-1) ^d	0.40	0.49
Intensidad exportadora (t-1) (en logaritmos)	3.79	4.87
Obstáculos para la innovación:		
Falta de financiación	1.87	0.89
Falta de información	1.19	0.77
Fuentes de información para la innovación:		
Fuentes institucionales de información ^d	0.21	0.41
Fuentes de información del mercado ^d	0.55	0.50
Fuentes internas de información ^d	0.41	0.49
Actividad continua de I+D ^d	0.78	0.41
Empleo en I+D	25.70	31.49
Filial ^d	0.04	0.20
Solicitud de patentes ^d	0.14	0.35
Tamaño (en logaritmos)	4.02	1.76
Tamaño (en logaritmos) al cuadrado	19.29	16.78
Manufacturas de alta y media tecnología ^d	0.08	0.28
Servicios de alta y media tecnología ^d	0.29	0.46

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: d: variable dicotómica, (t-1): la variable está retardada un periodo

Apéndice 3.3: Estimaciones complementarias.

Cuadro A.3.1. Efectos marginales de los determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,028*** (0,003)	0,043*** (0,006)	0,021*** (0,003)	0,00065*** (0,000)	0,00229*** (0,001)	0,00026** (0,000)
Falta de financiación	-0,002 (0,002)	0,002 (0,003)	-0,004*** (0,002)	0,00002 (0,000)	0,00046 (0,000)	-0,00003 (0,000)
Falta de información	-0,003* (0,002)	-0,010*** (0,004)	0,000 (0,002)	-0,00001 (0,000)	-0,00071* (0,000)	0,00006 (0,000)
Fuentes institucionales de información	0,014*** (0,003)	0,028*** (0,007)	0,006* (0,003)	0,00028* (0,000)	0,00111 (0,001)	0,00014 (0,000)
Fuentes de información del mercado	0,015*** (0,004)	0,029*** (0,008)	0,009** (0,004)	0,00044*** (0,000)	0,00175** (0,001)	0,00015* (0,000)
Fuentes internas de información	-0,004 (0,004)	-0,013* (0,008)	0,001 (0,004)	-0,00011 (0,000)	-0,00053 (0,001)	-0,00003 (0,000)
Actividad continua de I+D	0,025*** (0,003)	0,040*** (0,007)	0,015*** (0,003)	0,00058*** (0,000)	0,00242*** (0,001)	0,00017** (0,000)
Empleo en I+D	0,001*** (0,000)	0,002*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,00003*** (0,000)	0,00016*** (0,000)	0,00001** (0,000)
Filial	0,063*** (0,006)	0,065*** (0,008)		0,00189*** (0,001)	0,00350*** (0,001)	
Solicitud de patentes	0,038*** (0,004)	0,062*** (0,007)	0,023*** (0,004)	0,00105*** (0,000)	0,00343*** (0,001)	0,00037* (0,000)
Tamaño	0,052*** (0,004)	0,102*** (0,011)	0,031*** (0,005)	0,00157*** (0,000)	0,00771*** (0,002)	0,00043** (0,000)
Tamaño al cuadrado	-0,003*** (0,000)	-0,006*** (0,001)	-0,002*** (0,001)	-0,00007*** (0,000)	-0,00043*** (0,000)	-0,00003* (0,000)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,016*** (0,003)	0,031*** (0,006)	0,005 (0,003)	0,00088*** (0,000)	0,00453*** (0,001)	0,00015 (0,000)
Servicios de alta y media tecnología	-0,008** (0,004)	-0,032*** (0,009)	0,002 (0,004)	0,00017 (0,000)	-0,00044 (0,001)	0,00019 (0,000)
Nº de observaciones	31.425	12.659	18.766	31.425	12.659	18.766
Número de empresas				7.886	3.393	5.238

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.3.2. Efectos marginales de los determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D. Manufacturas

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Total empresas
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,022*** (0,004)	0,031*** (0,010)	0,013*** (0,004)	0,00024** (0,000)	0,00100 (0,001)	0,00009 (0,000)
Falta de financiación	-0,002 (0,002)	0,002 (0,005)	-0,002 (0,002)	0,00007 (0,000)	0,00054 (0,000)	0,00000 (0,000)
Falta de información	-0,005** (0,002)	-0,015*** (0,006)	0,001 (0,002)	-0,00004 (0,000)	-0,00125** (0,001)	0,00003 (0,000)
Fuentes institucionales de información	0,016*** (0,005)	0,032*** (0,011)	0,006 (0,005)	0,00007 (0,000)	-0,00022 (0,001)	0,00009 (0,000)
Fuentes de información del mercado	0,016*** (0,005)	0,026** (0,012)	0,012** (0,005)	0,00028* (0,000)	0,00180 (0,001)	0,00008 (0,000)
Fuentes internas de información	-0,001 (0,005)	-0,004 (0,012)	-0,000 (0,005)	-0,00007 (0,000)	-0,00011 (0,001)	-0,00005 (0,000)
Actividad continua de I+D	0,027*** (0,004)	0,038*** (0,011)	0,019*** (0,004)	0,00040*** (0,000)	0,00233*** (0,001)	0,00010 (0,000)
Empleo en I+D	0,002*** (0,000)	0,004*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,00003*** (0,000)	0,00030*** (0,000)	0,00001* (0,000)
Filial	0,052*** (0,007)	0,058*** (0,010)		0,002** (0,001)	0,005** (0,002)	
Solicitud de patentes	0,038*** (0,005)	0,056*** (0,010)	0,026*** (0,005)	0,00067** (0,000)	0,00280* (0,001)	0,00027 (0,000)
Tamaño	0,059*** (0,008)	0,133*** (0,020)	0,030*** (0,010)	0,00118*** (0,000)	0,00981*** (0,004)	0,00028 (0,000)
Tamaño al cuadrado	-0,002*** (0,001)	-0,007*** (0,002)	-0,002 (0,001)	-0,00003 (0,000)	-0,00039 (0,000)	-0,00002 (0,000)
Alta y media tecnología manufactura	0,011*** (0,003)	0,017** (0,008)	0,004 (0,003)	0,00031** (0,000)	0,00206* (0,001)	0,00005 (0,000)
Número de observaciones	16.955	7.072	9.883	16.955	7.072	9.883
Número de empresas				4.714	2.043	3.068

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente..

Cuadro A.3.3. Efectos marginales de los determinantes de la decisión de *offshoring* de I+D. Servicios.

	Modelo Probit (Pool)			Modelo Probit (Efectos aleatorios)		
	Total empresas	Empresas con grupo	Empresas sin grupo	Total empresas	Empresas con grupo	Total empresas
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exportadora (t-1)	0,029*** (0,005)	0,024** (0,009)	0,031*** (0,006)	0,00088* (0,000)	0,00105 (0,001)	0,00079 (0,001)
Falta de financiación	-0,006** (0,003)	-0,002 (0,006)	-0,007*** (0,003)	-0,00014 (0,000)	-0,00001 (0,000)	-0,00016 (0,000)
Falta de información	0,001 (0,003)	-0,001 (0,006)	0,001 (0,003)	0,00006 (0,000)	-0,00000 (0,000)	0,00006 (0,000)
Fuentes institucionales de información	0,004 (0,005)	0,008 (0,011)	0,003 (0,005)	0,00025 (0,000)	0,00065 (0,001)	0,00013 (0,000)
Fuentes de información del mercado	0,011* (0,006)	0,033*** (0,012)	0,001 (0,006)	0,00037 (0,000)	0,00087 (0,001)	0,00015 (0,000)
Fuentes internas de información	0,001 (0,006)	-0,014 (0,012)	0,009 (0,006)	0,00013 (0,000)	-0,00019 (0,000)	0,00025 (0,000)
Actividad continua de I+D	0,010* (0,006)	0,023** (0,011)	0,003 (0,006)	0,00036* (0,000)	0,00058 (0,000)	0,00020 (0,000)
Empleo en I+D	0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,00002** (0,000)	0,00003 (0,000)	0,00002 (0,000)
Filial	0,088*** (0,017)	0,093*** (0,019)		0,00912* (0,005)	0,00613 (0,004)	
Solicitud de patentes	0,028*** (0,007)	0,041*** (0,014)	0,021*** (0,007)	0,00114* (0,001)	0,00153 (0,001)	0,0016 (0,001)
Tamaño	0,043*** (0,006)	0,053*** (0,013)	0,042*** (0,008)	0,00125** (0,001)	0,00147 (0,001)	0,00097 (0,001)
Tamaño al cuadrado	-0,004*** (0,001)	-0,004*** (0,001)	-0,004*** (0,001)	-0,00010** (0,000)	-0,00012 (0,000)	-0,00009 (0,000)
Servicios de alta y media tecnología	0,005 (0,005)	0,006 (0,010)	0,004 (0,005)	0,00036 (0,000)	0,00072 (0,001)	0,00025 (0,000)
Nº de observaciones	8.952	3.039	5.913	8.952	3.039	5.913
Número de empresas				2.771	1.053	1.932

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

**Cuadro A.3.4. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la
decisión de *offshoring* de I+D
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)**

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
Exportadora (t-1)	0,968*** (0,168)	0,311*** (0,089)	0,930*** (0,264)
Falta de financiación	-0,138* (0,064)	0,069 (0,045)	0,188 (0,105)
Falta de información	-0,114 (0,078)	-0,114* (0,052)	-0,058 (0,125)
Fuentes institucionales de información	0,099 (0,137)	0,390*** (0,079)	-0,173 (0,207)
Fuentes internas de información	-0,209 (0,188)	-0,449*** (0,104)	0,270 (0,256)
Fuentes de información del mercado	0,326 (0,185)	-0,272** (0,097)	-0,110 (0,239)
Actividad continua de I+D	0,197 (0,160)	0,746*** (0,145)	0,554 (0,374)
Empleo en I+D	0,011** (0,004)	0,027*** (0,002)	0,038*** (0,004)
Filial	1,530*** (0,107)	-0,152 (0,096)	0,926*** (0,175)
Solicitud de patentes	0,160 (0,122)	0,697*** (0,074)	0,839*** (0,168)
Tamaño	1,067*** (0,252)	1,135*** (0,143)	2,053*** (0,384)
Tamaño al cuadrado	-0,066** (0,021)	-0,069*** (0,012)	-0,124*** (0,032)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,257* (0,111)	0,305*** (0,078)	0,820*** (0,204)
Servicios de alta y media tecnología	-0,102 (0,236)	-0,657*** (0,149)	0,413 (0,332)
Constante	-8,424*** (0,775)	-8,173*** (0,446)	-14,655*** (1,228)
Nº de observaciones	12.659		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

**Cuadro A.3.5. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la
decisión de *offshoring* de I+D. Manufacturas
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)**

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
Exportadora (t-1)	0,491* (0,226)	0,280 (0,143)	0,264 (0,379)
Falta de financiación	-0,170* (0,078)	0,101 (0,058)	0,128 (0,136)
Falta de información	-0,091 (0,095)	-0,196** (0,068)	0,026 (0,163)
Fuentes institucionales de información	0,044 (0,175)	0,432*** (0,104)	-0,360 (0,290)
Fuentes de información del mercado	-0,180 (0,232)	0,430** (0,143)	0,260 (0,358)
Fuentes internas de información	0,302 (0,230)	-0,170 (0,132)	0,133 (0,335)
Actividad continua de I+D	0,330 (0,203)	0,537** (0,186)	0,404 (0,475)
Empleo en I+D	0,005 (0,008)	0,044*** (0,004)	0,048*** (0,009)
Filial	1,683*** (0,137)	-0,345** (0,113)	0,741*** (0,221)
Solicitud de patentes	0,210 (0,144)	0,572*** (0,096)	0,870*** (0,218)
Tamaño	1,152** (0,377)	1,458*** (0,244)	3,077*** (0,738)
Tamaño al cuadrado	-0,068* (0,031)	-0,075*** (0,021)	-0,190** (0,059)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,085 (0,134)	0,132 (0,098)	0,842** (0,274)
Constante	-8,487*** (1,159)	-9,470*** (0,744)	-17,783*** (2,361)
Nº de observaciones	7.072		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

**Cuadro A.3.6. Resultados de la estimación del modelo multinomial logístico para la
decisión de *offshoring* de I+D. Servicios
(Solo empresas innovadoras que pertenecen a un grupo)**

	<i>Offshoring</i> de I+D		
	Sólo dentro del grupo	Sólo fuera del grupo	Dentro y fuera del grupo
Exportadora (t-1)	1,100*** (0,309)	-0,007 (0,175)	1,200** (0,437)
Falta de financiación	-0,219 (0,168)	-0,019 (0,112)	0,380 (0,245)
Falta de información	-0,083 (0,201)	0,072 (0,124)	-0,344 (0,290)
Fuentes institucionales de información	0,348 (0,333)	-0,047 (0,2)	0,516 (0,413)
Fuentes de información del mercado	0,079 (0,495)	0,589* (0,237)	0,722 (0,578)
Fuentes internas de información	0,497 (0,461)	-0,469* (0,219)	-0,174 (0,475)
Actividad continua de I+D	-0,068 (0,375)	0,858** (0,327)	-0,491 (0,667)
Empleo en I+D	0,010 (0,006)	0,013*** (0,003)	0,035*** (0,007)
Filial	2,038*** (0,283)	0,238 (0,257)	1,831*** (0,420)
Solicitud de patentes	-0,217 (0,405)	0,707*** (0,193)	0,479 (0,429)
Tamaño	0,341 (0,404)	0,876** (0,272)	2,120** (0,765)
Tamaño al cuadrado	-0,027 (0,036)	-0,080** (0,026)	-0,171* (0,075)
Servicios de alta y media tecnología	-0,025 (0,315)	0,116 (0,196)	0,379 (0,486)
Constante	-6,161*** (1,212)	-6,639*** (0,799)	-13,630*** (2,137)
Nº de observaciones	3.039		

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: El caso omitido corresponde a la no realización de *offshoring* de I+D. Se muestran los coeficientes estimados. Errores estándar entre paréntesis. (t-1) significa que la variable está retardada un período. ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.3.7. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la cuantía del *offshoring* de I+D

	Todas las empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión
Exportadora (t-1)	0,479*** (0,117)	0,281*** (0,028)	0,428*** (0,153)	0,261*** (0,039)	0,065 (0,138)	0,304*** (0,041)
Falta de financiación	-0,065 (0,054)	-0,019 (0,015)	-0,029 (0,069)	0,016 (0,020)	-0,001 (0,077)	-0,057*** (0,022)
Falta de información	-0,223*** (0,060)	-0,035** (0,016)	-0,229*** (0,079)	-0,063*** (0,023)	-0,210*** (0,080)	0,002 (0,024)
Fuentes institucionales de información	0,229** (0,099)	0,123*** (0,028)	0,251* (0,128)	0,153*** (0,037)	0,101 (0,130)	0,078* (0,042)
Fuentes de información del mercado	0,231* (0,130)	0,147*** (0,036)	0,201 (0,166)	0,171*** (0,048)	0,011 (0,175)	0,132** (0,054)
Fuentes internas de información	0,049 (0,119)	-0,043 (0,034)	-0,048 (0,154)	-0,082* (0,046)	0,391** (0,162)	0,011 (0,051)
Actividad continua de I+D		0,249*** (0,034)		0,261*** (0,048)		0,240*** (0,052)
Empleo en I+D	0,031*** (0,003)	0,012*** (0,001)	0,040*** (0,004)	0,014*** (0,001)	0,004* (0,002)	0,010*** (0,001)
Filial	1,306*** (0,138)	0,439*** (0,034)	0,978*** (0,139)	0,326*** (0,036)		
Solicitud de patentes	0,689*** (0,106)	0,312*** (0,026)	0,563*** (0,134)	0,325*** (0,035)	0,372*** (0,133)	0,272*** (0,041)
Tamaño	1,257*** (0,171)	0,494*** (0,039)	1,591*** (0,259)	0,601*** (0,063)	-0,501** (0,212)	0,441*** (0,073)
Tamaño al cuadrado	-0,025* (0,014)	-0,026*** (0,004)	-0,056*** (0,021)	-0,036*** (0,005)	0,116*** (0,029)	-0,033*** (0,009)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,610*** (0,096)	0,149*** (0,026)	0,749*** (0,122)	0,177*** (0,034)	0,058 (0,136)	0,065 (0,041)
Servicios de alta y media tecnología	0,244 (0,153)	-0,081** (0,040)	0,203 (0,240)	-0,198*** (0,062)	0,317* (0,169)	0,027 (0,053)
Constante	0,957 (0,919)	-3,951*** (0,110)	0,443 (1,240)	-4,167*** (0,191)	10,005 (0,000)	-3,656*** (0,163)
Rho	0,737*** (0,051)		0,706*** (0,069)		-0,007 (0,099)	
Número de observaciones	31.425		12.659		18.766	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.3.8. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la cuantía del *offshoring* de I+D. Manufacturas

	Todas empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión
Exportadora (t-1)	0,191 (0,168)	0,193*** (0,045)	0,081 (0,220)	0,176*** (0,061)	-0,008 (0,246)	0,210*** (0,065)
Falta de financiación	-0,062 (0,068)	-0,003 (0,019)	-0,148* (0,083)	0,015 (0,025)	0,253** (0,107)	-0,031 (0,031)
Falta de información	-0,164** (0,078)	-0,048** (0,022)	-0,150 (0,099)	-0,082*** (0,030)	-0,225** (0,109)	0,008 (0,034)
Fuentes institucionales de información	0,310** (0,132)	0,132*** (0,039)	0,290* (0,165)	0,155*** (0,050)	0,282 (0,197)	0,080 (0,062)
Fuentes de información del mercado	0,345** (0,175)	0,148*** (0,050)	0,381* (0,217)	0,144** (0,066)	0,113 (0,273)	0,176** (0,078)
Fuentes internas de información	-0,073 (0,161)	-0,015 (0,048)	-0,225 (0,200)	-0,028 (0,064)	0,329 (0,231)	-0,003 (0,074)
Actividad continua de I+D		0,283*** (0,046)		0,240*** (0,063)		0,321*** (0,070)
Empleo en I+D	0,044*** (0,005)	0,015*** (0,001)	0,057*** (0,008)	0,021*** (0,002)	0,015* (0,008)	0,011*** (0,001)
Filial	1,072*** (0,150)	0,369*** (0,041)	0,838*** (0,155)	0,277*** (0,044)		
Solicitud de patentes	0,440*** (0,131)	0,301*** (0,034)	0,340** (0,156)	0,275*** (0,044)	0,298 (0,235)	0,312*** (0,056)
Tamaño	1,650*** (0,273)	0,535*** (0,070)	1,782*** (0,397)	0,699*** (0,109)	-0,541 (0,574)	0,438*** (0,142)
Tamaño al cuadrado	-0,038* (0,023)	-0,021*** (0,007)	-0,052* (0,031)	-0,034*** (0,009)	0,168*** (0,060)	-0,027 (0,016)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,576*** (0,115)	0,100*** (0,032)	0,586*** (0,142)	0,089** (0,042)	0,389** (0,171)	0,064 (0,051)
Constante	-0,356 (1,293)	-4,256*** (0,195)	-0,088 (1,763)	-4,601*** (0,325)	6,808*** (2,610)	-3,844*** (0,321)
Rho	0,705*** (0,069)		0,668** (0,095)		0,437 (0,304)	
Número de observaciones	16.955		7.072		9.883	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.3.9. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la cuantía del *offshoring* de I+D. Servicios

	Todas las empresas		Empresas que pertenecen a un grupo		Empresas que no pertenecen a un grupo	
	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión	Cuantía	Decisión
Exportadora (t-1)	-0,303 (0,222)	0,303*** (0,048)	0,466 (0,290)	0,186*** (0,071)	-0,419 (0,268)	0,388*** (0,064)
Falta de financiación	0,123 (0,117)	-0,067** (0,029)	0,192 (0,183)	-0,013 (0,046)	-0,044 (0,149)	-0,100** (0,039)
Falta de información	-0,405*** (0,124)	0,004 (0,033)	-0,531*** (0,198)	-0,016 (0,051)	-0,218 (0,158)	0,005 (0,044)
Fuentes institucionales de información	-0,057 (0,190)	0,051 (0,053)	0,540* (0,308)	0,076 (0,083)	-0,292 (0,244)	0,049 (0,071)
Fuentes de información del mercado	-0,500* (0,265)	0,123* (0,070)	-0,150 (0,419)	0,277*** (0,104)	-0,221 (0,349)	0,003 (0,096)
Fuentes internas de información	0,686*** (0,235)	0,022 (0,065)	0,563 (0,366)	-0,115 (0,097)	0,580* (0,317)	0,137 (0,089)
Actividad continua de I+D		0,130* (0,067)		0,183* (0,099)		0,129 (0,090)
Empleo en I+D	-0,007 (0,005)	0,009*** (0,001)	0,028*** (0,007)	0,008*** (0,001)	-0,018*** (0,005)	0,010*** (0,001)
Filial	0,100 (0,396)	0,620*** (0,084)	1,859*** (0,502)	0,538*** (0,089)		
Solicitud de patentes	0,437* (0,227)	0,272*** (0,056)	1,154*** (0,344)	0,294*** (0,087)	0,425 (0,274)	0,250*** (0,075)
Tamaño	0,014 (0,311)	0,503*** (0,064)	1,610*** (0,469)	0,439*** (0,106)	-0,475 (0,517)	0,616*** (0,119)
Tamaño al cuadrado	0,032 (0,030)	-0,042*** (0,007)	-0,098** (0,043)	-0,036*** (0,010)	0,066 (0,064)	-0,061*** (0,015)
Servicios de alta y media tecnología	0,118 (0,201)	0,049 (0,052)	0,491 (0,348)	0,051 (0,081)	-0,148 (0,242)	0,048 (0,069)
Constante	14,133*** (1,853)	-3,541*** (0,171)	0,192 (2,494)	-3,339*** (0,315)	16,950*** (1,846)	-3,703*** (0,247)
Rho	-0,749 (0,113)		0,817 (0,117)		-0,875 (0,055)	
Número de observaciones	8.952		3.039		5.913	

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Capítulo 4: El *offshoring* de I+D de las multinacionales y la confianza entre países

4.1. Introducción

Sobre las empresas multinacionales y la Inversión Extranjera Directa (IED) existe una amplia literatura que busca estudiar su impacto en las economías receptoras. Algunos estudiosos como Markusen (1995) sustentan que la IED puede generar externalidades positivas en los países donde se localizan, lo que ha llevado a que algunos países fomenten su establecimiento, atribuyéndoles una mayor absorción de empleo y difusión de conocimiento asociado a un efecto derramamiento en las economías locales. Y autores como Arora et al. (2001), Keller y Yeaple (2009) o Lai et al. (2009) sostienen que el flujo tecnológico internacional y la IED son vitales para la difusión de la tecnología a través de los países.

De esta manera, la forma de operar de estas empresas multinacionales y cómo llevan a cabo ciertas actividades propias de su funcionamiento se ha convertido en un escenario de investigación en los últimos tiempos, aunque los hallazgos son limitados, y por lo novedoso del tema aún resulta difícil realizar su comparación y contrastación. Holl y Rama (2012) afirman que, aunque la transferencia de tecnología es reconocida entre economistas y ejecutores de política económica como clave para el crecimiento económico, existe poco conocimiento a nivel de empresa sobre las fuentes externas de tecnología y los mecanismos utilizados para su transferencia, pues la adquisición de tecnología, ya sea desde fuentes externas a la empresa o a través de su propio grupo empresarial, puede darse bajo distintas fórmulas que incluyen los contratos de investigación, la adquisición de servicios de I+D o la cooperación para la innovación.

Un aspecto clave para la elección del canal de transferencia para estas transacciones es la confianza en la economía del país anfitrión de las filiales. Como es bien sabido, el nuevo conocimiento tiene características de bien público y es susceptible de ser imitado o filtrado. En este contexto, unas expectativas positivas sobre la calidad de las instituciones y el funcionamiento del sistema de protección de los derechos de

propiedad de un país o sobre la ética empresarial de sus ciudadanos pueden generar un mayor grado de confianza que favorezca la realización de transferencias de tecnología con el mismo. Asimismo, la falta de confianza en el país donde opera la filial podría incentivar las transferencias a través del grupo, permitiéndole a la matriz un mayor control y supervisión de las actividades de sus subsidiarias (Williamson, 1971, 1985, 1993).

Aunque el concepto de confianza puede ser algo étéreo, utilizando la información cualitativa sobre la confianza que los habitantes de un país tienen en los ciudadanos de otro país contenida en el *Eurobarómetro* elaborado por la Comisión Europea, Guiso et al. (2009) construyen una medida de confianza bilateral que relacionan con algunas características de los países y sus similitudes, argumentando que dichos factores culturales pueden afectar a los intercambios económicos. De su análisis concluyen que una menor confianza bilateral crea menor comercio, menos portafolio de cartera y menos inversión directa entre los países.

El objetivo de este trabajo es profundizar en los determinantes del *offshoring* de I+D de las empresas localizadas en España pertenecientes a grupos empresariales, estudiando en concreto si la confianza relativa entre el país sede de la matriz del grupo y España (el país anfitrión en el caso de las filiales), afecta al canal elegido por la empresa para realizar sus importaciones de I+D. Para ello, se consideran dos canales o tipos de importaciones: las transferencias pecuniarias de tecnología intra-grupo consistentes en la compra de servicios de I+D a otras empresas del grupo en el extranjero, y el *outsourcing* internacional de I+D o transacciones tecnológicas externas consistentes en importaciones de I+D realizadas a través del mercado.

Para el análisis se emplean los datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) sobre las empresas innovadoras que operan en España pertenecientes a multinacionales europeas, aprovechando la información exhaustiva contenida en esta base estadística sobre las actividades tecnológicas de las empresas y, en particular, sobre el tipo de proveedor de las compras de I+D. Esta base de datos se combina con otras fuentes estadísticas que, junto con el grado de confianza bilateral, permiten definir algunas medidas características del país sede y de la similitud entre dicho país y España.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la confianza relativa entre el país sede de la matriz del grupo y España tiene un efecto positivo sobre la realización de *outsourcing* internacional de I+D y negativo sobre las importaciones de I+D a través del grupo.

El capítulo tiene la siguiente estructura. En el apartado 2 se describe el modelo empírico y se justifican las principales variables incluidas en el mismo, proporcionándose algunas regularidades empíricas que servirán de base al análisis posterior. En el apartado 3 se presentan los resultados. Y, por último, en el apartado 5 se concluye.

4.2. Modelo empírico y variables principales

Es difícil conocer la forma en que las empresas filiales se relacionan con su empresa matriz y qué activos y actividades internas se aprenden desde la casa matriz. Según Glass y Saggi (2002) las subsidiarias extranjeras obtienen el conocimiento desde sus empresas matrices y según Baumol (2001) estas se integran en redes internacionales que facilitan el acceso a servicios tecnológicos en el extranjero por sus conexiones con clientes, universidades o, incluso, competidores.

Siguiendo a Dunning (1988), una multinacional llega a ser exitosa si posee ventajas de propiedad, ventajas de localización de forma que para la empresa vender el producto en el extranjero es más rentable que producirlo en el país sede de la empresa matriz y exportarlo o, por último, ventajas de internalización, si la empresa prefiere transferir su producción dentro de la empresa en lugar de usar el mercado. En el caso concreto de las transferencias de tecnología, cabe pensar que la elección de realizar *offshoring* de I+D a través del propio grupo, a través del mercado o usando ambos canales dependerá del tipo de ventajas que predominen, y ello puede estar directamente relacionado con el grado de confianza existente entre países.

Así, existe amplia evidencia que sugiere que las multinacionales prefieren operar en países donde la seguridad y los derechos de propiedad intelectual son fuertes (Helpman, 1993; Branstetter et al., 2006) y que apoya la influencia positiva de la confianza sobre el

crecimiento económico (La Porta et al., 1997; Knack y Keefer, 1997; Zak y Knack, 2001) y el comercio entre países (Guiso et al., 2009). Por otra parte, en contextos de falta de confianza, las empresas que forman parte de organizaciones multinacionales podrían realizar esas transacciones intra-grupo en lugar de hacerlo a través del mercado, como forma de controlar y supervisar las actividades de sus filiales (Williamson, 1971, 1985, 1993).

Es por ello que la **hipótesis fundamental** que se quiere contrastar en este trabajo es la siguiente:

En el caso de las multinacionales, la confianza en España del país sede de la matriz afecta negativamente a las transferencias pecuniarias de tecnología intra-grupo, mientras que afecta positivamente al outsourcing de I+D de las empresas españolas pertenecientes a dichas multinacionales.

La formulación de la hipótesis hace referencia tanto al margen extensivo (decisión de realizar offshoring) como intensivo (magnitud de las compras de servicios).¹² Es por ello que, para contrastar esta hipótesis, en este trabajo se utilizan dos metodologías distintas. En primer lugar, se estudian los determinantes de la intensidad del *offshoring* de I+D a través de cada uno de esos canales por separado. En segundo lugar, se analizará si la decisión de realizar *offshoring* por estas dos vías está correlacionada.

Por lo que se refiere al estudio de los determinantes de la intensidad del *offshoring* de I+D, como se puede estar presentando un potencial problema de selección, puesto que no todas las empresas utilizan ambos canales de transmisión, se emplean modelos tipo Heckman o Tobit generalizado, donde se estiman simultáneamente dos ecuaciones por máxima verosimilitud. La primera se refiere a la decisión de la empresa de comprar servicios de I+D en el extranjero a través del canal concreto analizado, mientras que la segunda se refiere a la cuantía en que se realizan estas compras.

¹² Como plantea Markusen (2005), si bien la liberalización permite expandir el volumen de comercio de productos ya existentes (margen intensivo), el aumento del offshoring de servicios se relaciona también con la expansión del comercio en el margen extensivo ya que nuevas tareas pueden ser comercializadas debido a innovaciones en las comunicaciones y la tecnología.

Más formalmente el modelo es el siguiente. La ecuación de selección viene dada por la siguiente expresión:

$$doss_{it}^j \begin{cases} = 1 & \text{si } \pi oss_{it}^{j*} > 0 \\ = 0 & \text{resto} \end{cases}$$

donde $doss_{it}^j$ representa la decisión de la empresa i perteneciente al grupo con sede en el país j en el año t de comprar servicios de I+D en el extranjero, siendo una variable binaria que toma el valor de 1 cuando la empresa realiza *offshoring* de I+D y 0 en caso contrario. πoss^* es una variable latente que puede interpretarse como los beneficios esperados de esa decisión, y que dependería de las siguientes variables:

$$\pi oss_{it}^{j*} = \alpha_1 + \alpha_2 CR^j + z_t^{j'} \alpha_3 + x_{it}' \alpha_4 + \varepsilon_{it},$$

donde CR es la medida de confianza relativa, z es un vector de características del país sede y x un vector de características de la empresa. Condicionada en que la empresa realice *offshoring* de I+D, podemos observar la intensidad de dicha actividad, es decir,

$$oss_{it}^j = \begin{cases} oss_{it}^{j*} & \text{si } doss_{it}^j = 1 \\ 0 & \text{si } doss_{it}^j = 0 \end{cases},$$

donde la intensidad del *offshoring* de I+D de la empresa se describe mediante la variable latente oss_{it}^{j*} :

$$oss_{it}^{j*} = \bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 CR^j + z_t^{j'} \bar{\alpha}_3 + x_{it}' \bar{\alpha}_4 + e_{it}$$

Sin embargo, solo se observa dicha intensidad si la empresa decide importar servicios de I+D. En estas expresiones se supone que los términos de error ε y e se distribuyen como una normal bivalente con media cero, $\sigma_\varepsilon = 1$ y σ_e y coeficiente de correlación $\rho_{e\varepsilon}$.

La segunda metodología elegida consiste en la estimación de un modelo Probit bivalente o biprobit, que permite considerar que las decisiones que toman la empresas de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través el mercado puedan estar correlacionadas.

Tal y como plantea Greene (2003), el modelo Probit bivariante es una extensión de los modelos multiecuacionales de regresión clásicos, en el cual se considera un sistema de ecuaciones cuyos errores están correlacionados. Según Zellner y Huang (1962), al tener en cuenta la correlación entre las perturbaciones se obtienen estimaciones más eficientes que si se estima cada ecuación por separado. Para el caso específico de la realización del *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través del mercado la especificación del modelo biprobit es la siguiente:¹³

$$doss_{it}^G = \begin{cases} 1 & \text{si } \pi_{oss_{it}}^{G*} = w'_{it}b_1 + \mu_{1it} > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

$$doss_{it}^F = \begin{cases} 1 & \text{si } \pi_{oss_{it}}^{F*} = w'_{it}b_2 + \mu_{2it} > 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

donde $doss_{it}^G$ y $doss_{it}^F$ representan las decisiones de la empresa i en el año t de comprar servicios de I+D en el extranjero dentro y fuera del grupo, respectivamente, siendo ambas variables binarias que toman el valor de 1 cuando la empresa realiza *offshoring* de I+D y 0 en caso contrario. El vector w corresponde a las variables explicativas relacionadas con las características del país sede y a las características propias de la empresa. Los términos de error de ambas ecuaciones siguen la distribución normal con $E[\mu_{1it}] = E[\mu_{2it}] = 0$, $Var[\mu_{1it}] = Var[\mu_{2it}] = 1$ y $Cov[\mu_{1it}, \mu_{2it}] = \rho$.

A continuación se describe el conjunto de variables seleccionado como variables explicativas en ambos modelos. Previamente, se especifica la medida de *offshoring* de I+D o transferencia de tecnología utilizada en este trabajo.

4.2.1. Las transferencias de tecnología

El concepto de transferencia de tecnología manejado en este trabajo tiene un carácter pecuniario, al estar definido en términos de las compras de servicios de I+D que las empresas españolas pertenecientes a grupos de negocios realizan en el extranjero. Esta información procede del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), que es una base estadística construida con el formato de un panel de datos seleccionada a partir de las encuestas nacionales llevadas a cabo por el Instituto Nacional de Estadística en el sector

¹³ En las siguientes ecuaciones se suprime el superíndice j de país sede de la matriz por simplicidad.

de la innovación: “Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas” y “Estadística sobre actividades de I+D”.¹⁴ El PITEC contiene información de empresas españolas no sólo referida a sus actividades internas de I+D, sino también a su estructura de propiedad, ubicación de la empresa matriz (cuando pertenece a un grupo), o carácter nacional o internacional de sus proveedores de servicios de I+D. Estos servicios de I+D se definen como trabajo creativo que se usa para incrementar el volumen de conocimiento y para crear nuevos o mejorados productos y procesos, incluyendo el desarrollo de *software*. Es importante señalar que no se incluye en este concepto la adquisición de *software*, *royalties* o inversiones físicas.

En concreto, para el periodo comprendido entre 2004 y 2010, el PITEC contiene información referida a 3.447 observaciones correspondientes a empresas localizadas en España pertenecientes a multinacionales cuyas sedes se encuentran ubicadas en Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda, Noruega, Portugal, Suecia o el Reino Unido. El número de observaciones disminuye a 2.959 cuando se excluye a España como país sede.

Para este conjunto de empresas se dispone de información sobre el *offshoring* de I+D, definido como las compras de servicios de I+D en el extranjero, ya sean los proveedores empresas que pertenecen al mismo grupo de negocios, u otras empresas o entidades de fuera del grupo.¹⁵ Como se ha mencionado con anterioridad, en el análisis se distinguirá entre dos tipos de importaciones de I+D según el canal elegido para su transferencia: las importaciones procedentes de empresas del mismo grupo de negocios, como medida de las transferencias pecuniarias de tecnología intra-grupo, y el *outsourcing* internacional de I+D o importaciones procedentes del mercado, como una medida de las transacciones tecnológicas realizadas fuera del grupo.

A partir de esta información se construyen las variables *intensidad del offshoring de I+D dentro del grupo* e *intensidad del offshoring de I+D fuera del grupo*, definidas como el cociente entre el concepto *offshoring* respectivo y el número de empleados de la empresa (en logaritmos).

¹⁴ En el Capítulo 3 de esta tesis puede encontrarse una descripción más detallada del PITEC.

¹⁵ La definición precisa de cada variable y de su construcción a partir de los datos disponibles se presenta en el Apéndice 4.1.

4.2.2. La confianza en el país anfitrión

Para definir el concepto de confianza, se seguirá el estudio realizado por Guiso et al. (2009), quienes utilizan la información sobre los países europeos contenida en el *Eurobarómetro* de la Comisión Europea. El *Eurobarómetro* se basa en encuestas que buscan conocer la confianza hacia el mercado común y otras instituciones de la comunidad europea. Estas encuestas se realizan a muestras de 1000 individuos mayores de 16 años de cada país. En particular, siguiendo a Guiso et al. (2009), se parte de la pregunta que se realiza en *Eurobarómetro* sobre la confianza que tienen los ciudadanos de un país en otro. Esta pregunta figura redactada de la siguiente forma: *“Me gustaría preguntarle sobre el nivel de confianza que tiene en las personas de varios países. Para cada pregunta diga si tiene mucha confianza, algo de confianza, poca confianza o nada de confianza”* (pág. 1102). A cada respuesta se le asigna un número que varía de uno (nada de confianza) a cuatro (mucha confianza).

Si bien esta medida caracteriza el grado de confianza de los ciudadanos de un país, también ha sido empleada en trabajos a nivel de empresa como el de Bottazzi et al. (2011), quienes examinan el efecto de la confianza sobre la inversión y contratación financiera en un entorno microeconómico donde la confianza es exógena. Para este trabajo se tiene en cuenta específicamente la respuesta que otorgan los ciudadanos de los países señalados anteriormente (Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda, Noruega, Portugal, Suecia o el Reino Unido) respecto a los ciudadanos españoles y partir de esta respuesta se construye una medida de *confianza relativa*, definida como el cociente entre la confianza media que los ciudadanos de cada país mencionado tienen en España y el promedio de la confianza que tienen en todos los demás países.

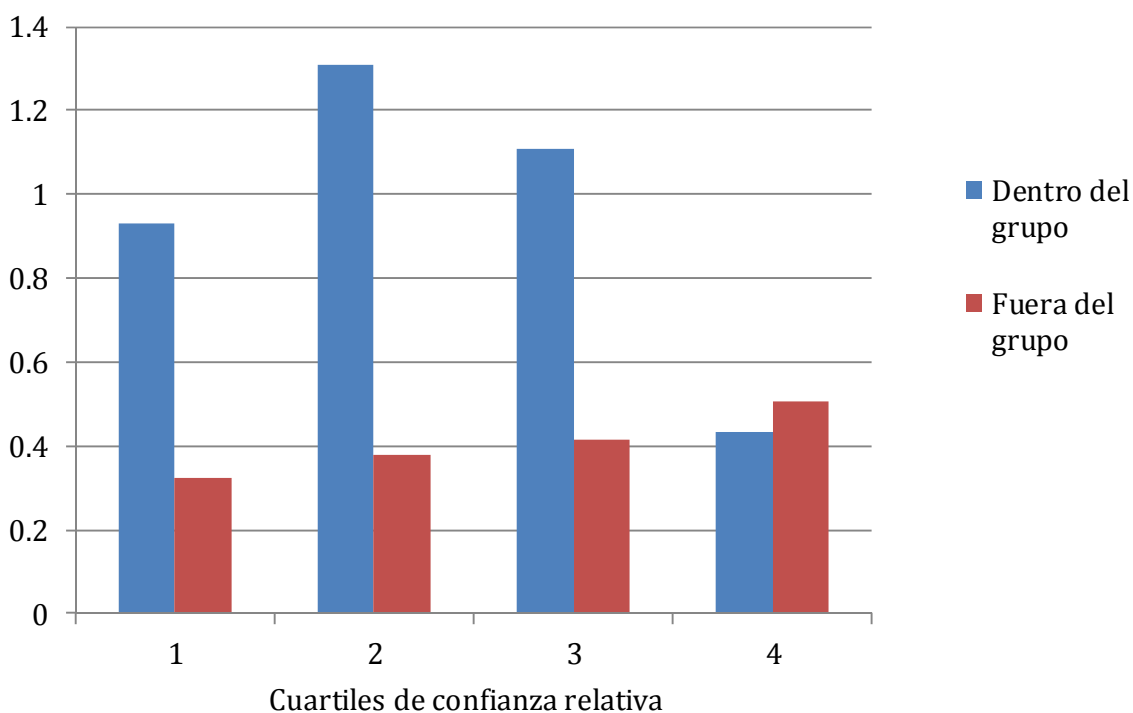
De cara al contraste de la hipótesis principal, hay que hacer las siguientes matizaciones:

- 1) La información del PITEC permite diferenciar entre proveedores nacionales y extranjeros de los servicios de I+D, pero no hay datos sobre la nacionalidad específica del proveedor cuando éste es extranjero. El supuesto que se hace en este trabajo es que, en caso de pertenecer a un grupo de negocios, la nacionalidad del proveedor coincide con la de la empresa matriz.

- 2) Existe un importante número de observaciones en la muestra que corresponde a multinacionales con sede en España (488 observaciones). En este caso, el supuesto que se acaba de mencionar no es plausible, ya que las empresas localizadas en España están importando servicios de I+D desde fuera de España. Para tener en cuenta la influencia de estas observaciones en los resultados, se realizarán estimaciones con y sin las mismas.
- 3) No todas las empresas españolas pertenecientes a multinacionales son filiales. En torno al 30% son matrices, conjuntas o asociadas, que por tanto pueden no tener las mismas motivaciones para realizar el *offshoring* de I+D, haciendo que las relaciones esperadas con la medida de confianza sean menos robustas.

Como una forma intuitiva de observar la relación entre la confianza y las transferencias de tecnología dentro y fuera del grupo, en el Gráfico 4.1 se presenta la media de la intensidad del *offshoring* de I+D por cuartiles de confianza relativa.

Gráfico 4.1. Intensidad del *offshoring* de I+D (en logaritmos) por cuartiles de confianza relativa



Con la excepción del cuarto cuartil de confianza, la intensidad media de las importaciones de I+D dentro del grupo es siempre más alta que la de las importaciones desde el mercado. En la medida en que la confianza aumenta del primero al segundo cuartil, también crece la intensidad de las importaciones de I+D dentro del grupo. Sin embargo, cuando aumenta aún más la confianza relativa, la intensidad de las importaciones dentro del grupo disminuye sustancialmente. Por el contrario, las importaciones fuera del grupo o *outsourcing* internacional de I+D muestran una relación creciente con la confianza relativa. Estas pautas parecen indicar que los flujos de tecnología desde el mercado aumentan con la confianza relativa, mientras que las transferencias de la tecnología dentro del grupo disminuyen a partir de un determinado nivel de confianza.

Así mismo, en el Cuadro 4.1 puede observarse la media de la confianza relativa y del *offshoring* de I+D por país sede de la empresa matriz. La mayor intensidad de las importaciones de I+D dentro del grupo se produce en las empresas con matrices en Alemania, Bélgica y Suecia, mientras que la mayor intensidad del *outsourcing* internacional de I+D tiene lugar en las empresas con matrices en Portugal, Italia y Holanda. El porcentaje de las empresas con importaciones de I+D fuera del grupo y la intensidad de estas importaciones parece incrementarse con la confianza relativa. Sin embargo, el patrón de las importaciones a través del grupo no está tan claramente relacionado con la confianza relativa.

Para esclarecer aun mas esta relación y confirmar estas regularidades, el modelo empírico que se utiliza en este trabajo también incluye otras dos tipos de variables. Por una parte, se consideran variables que tienen dimensión de país. Tal como señalan Guiso et al. (2009), el grado de confianza que un ciudadano de un país tiene hacia los ciudadanos de otro país en general dependerá de características objetivas del país que da y del país que recibe la confianza, así como de cierta apreciación "subjetiva" específica respecto a esta pareja de países. Se pretende contrastar si existe relación entre las importaciones de I+D de las empresas españolas y el grado de confianza de los ciudadanos del país sede en los españoles, incluso después de controlar por esas peculiaridades de país que también podrían influir en sus decisiones tecnológicas. Por otra parte, también se trata de controlar en el modelo por otras características de las

empresas que, al margen del grado de confianza, pueden afectar a sus adquisiciones de servicios de I+D en el extranjero.

Cuadro 4.1: Medias del *offshoring* de I+D y la confianza relativa según el país sede de la empresa matriz

País sede	Confianza relativa en España	% de <i>offshorers</i> de I+D		Intensidad del <i>offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	
		Dentro del grupo	Fuera del grupo	Dentro del grupo	Fuera del grupo
Finlandia	0,856	11,8	0,0	0,625	0
Noruega	0,868	0,0	3,0	0	0,164
Dinamarca	0,869	0,0	0,9	0	0,052
UK	0,876	6,5	1,3	0,474	0,064
Suecia	0,880	9,1	3,3	0,703	0,162
Holanda	0,895	9,1	5,7	0,666	0,354
Austria	0,915	4,8	6,5	0,342	0,283
Bélgica	0,925	10,2	2,9	0,738	0,181
Irlanda	0,926	0,0	2,5	0	0,235
Alemania	0,947	13,2	4,5	0,908	0,253
Francia	0,957	8,7	3,8	0,613	0,229
Italia	1,000	5,7	7,6	0,325	0,429
Portugal	1,016	2,6	7,7	0,151	0,467

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia.

4.2.3. Características del país sede de la empresa matriz

Las cuatro variables que se describen a continuación reflejan características del país sede del grupo al que pertenece la empresa y de su similitud con España.¹⁶ Como se ha comentado con anterioridad, se pretende contrastar si existe relación entre las importaciones de I+D de las empresas españolas y el grado de confianza de los ciudadanos del país sede en los españoles, incluso después de controlar por las peculiaridades de país que pueden influir tanto en sus decisiones tecnológicas como en el grado de confianza bilateral.

¹⁶ Guiso et al. (2009) consideran un conjunto más amplio de características, como son el tamaño del país en términos del PIB, la similitud entre países respecto al origen del sistema jurídico o la similitud en sus portafolios de patentes. Estas variables, que inicialmente también se incluyeron en las estimaciones, fueron finalmente eliminadas del modelo al no ser estadísticamente significativas, probablemente por su alto grado de correlación con las otras características de país. Su eliminación no afecta a los resultados obtenidos sobre la relación entre importaciones de I+D y confianza.

Como es obvio, una de las variables que puede afectar a las transacciones de tecnología es la intensidad tecnológica del país sede. Cabe esperar que las empresas filiales que poseen su casa matriz en países de alta tecnología tengan posibilidades de acceso a una red tecnológica más amplia, facilitando así las transferencias de servicios de I+D. Para captar esta dimensión se considera el *gasto empresarial en I+D* como porcentaje del PIB del país sede.

Asimismo, las empresas cuya matriz ésta localizada en un país grande pueden beneficiarse de las economías de escala en investigación, sobre todo si el país tiene un alto *grado de apertura comercial*. Esta variable se mide como el cociente entre la suma de exportaciones más importaciones sobre el PIB de ese país.

También se introducen en el modelo algunas variables que captan la similitud o diferencia entre España y el país sede de la matriz, que pueden incrementar o reducir los costes de transacción asociados a las transferencias de tecnología. En particular se considera la *similitud en impuestos corporativos* y la *distancia* física entre las capitales. Como plantean Devereux y Griffith (1998), en muchos casos el establecimiento de empresas filiales en otro país responde a la oportunidad que tienen algunas empresas de obtener ganancias por el diferencial de impuestos. Este diferencial se construye en este trabajo como la ratio de la tasa del impuesto sobre beneficios de las empresas del país sede sobre la tasa de ese mismo impuesto en España. Se espera que esta variable afecte a las transacciones dentro del grupo de manera positiva y a las transacciones a través del mercado de manera negativa. La distancia física entre las capitales se usa como proxy para los costes de transporte entre países, por lo que cabe suponer que influya negativamente en ambos tipos de transacciones tecnológicas.

En el Cuadro 4.2 se muestra la correlación entre estas variables con dimensión de país y la medida de confianza relativa en España, observándose que esta última se encuentra correlacionada negativamente con la distancia entre España y el país sede, y con el gasto empresarial en I+D y el grado de apertura comercial del país sede, mientras que la correlación es positiva con la similitud en impuestos corporativos.

Cuadro 4.2. Correlaciones entre la confianza relativa y las variables de país

	Confianza relativa	Gasto empresarial en I+D	Grado de apertura comercial	Distancia	Similitud en impuesto de sociedades
Confianza relativa	1				
Gasto empresarial en I+D	-0,534	1			
Grado de apertura comercial	-0,392	0,209	1		
Distancia	-0,956	0,540	0,305	1	
Similitud en impuesto de sociedades	0,181	0,188	-0,331	-0,044	1

4.2.4. Características de la empresa

Con el fin de analizar el impacto de la confianza relativa en la intensidad de las importaciones de I+D, también se tienen en cuenta variables relacionadas con las características de la empresa, pues algunos autores como Bloom (2012) plantean que la confianza incrementa la descentralización y aumenta el tamaño de la empresa, factores que a su vez pueden influir en sus decisiones tecnológicas.

La selección de las variables que se describen a continuación toma como referencia la literatura empírica previa sobre *outsourcing* u *offshoring* de I+D a nivel de empresa (Veugelers y Cassiman, 2004; García-Vega y Huergo, 2010a y b, próxima publicación; Holl y Rama, 2012).¹⁷

En primer lugar, tal como plantea Tomiura (2007), el comercio puede inducir a las empresas para que adopten otras estrategias de internacionalización. En esta línea, Holl y Rama (2012) sostienen que existe clara evidencia de relación positiva entre el carácter exportador de las empresas y el *outsourcing* internacional de I+D. En este caso se construye una variable dicotómica indicando si la empresa es *exportadora*, introduciéndose esta variable retardada un período para evitar problemas de simultaneidad.

¹⁷ La selección también se apoya en los resultados obtenidos en el Capítulo 3 de esta tesis.

Un segundo elemento a tener en cuenta es la *falta de información* sobre tecnología o mercados, que puede tener un efecto negativo sobre la decisión de la empresa de adquirir externamente servicios de I+D y, en particular, de realizar *offshoring* de I+D (Veugelers y Cassiman, 2004; García-Vega y Huergo, 2010a). El PITEC permite considerar la falta de información sobre tecnología y sobre mercados como factores que dificultan la innovación. En la encuesta las empresas valoran cada uno de estos factores en una escala de 0 a 3 (no relevante, importancia baja, media o alta), siendo el indicador de la falta de información el promedio de los factores.

En esta misma línea, también se tienen en cuenta la importancia que la empresa atribuye a dos posibles fuentes de información: las *fuentes internas*, cuando la información proviene de la misma empresa o del grupo de empresas; y las *fuentes de mercado*, cuando la información se obtiene de proveedores de equipo, material, componentes o software, clientes, competidores u otras empresas de su misma rama de actividad o por medio de consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D. Para cada una de las dos fuentes, se dispone de una variable dicotómica que toma valor 1 si la importancia otorgada por la empresa a ese tipo de fuente es alta y cero en caso.

Otro factor recurrente en la literatura es la capacidad interna de la empresa para la absorción del nuevo conocimiento adquirido externamente (Norbäck, 2001). Para reflejar esta capacidad se utiliza por una parte la *intensidad de la I+D interna*, medida como el cociente entre el gasto en I+D interna y el número de empleados de la empresa (en logaritmos). Esta variable se introduce en el modelo retardada un periodo para paliar los potenciales problemas de endogeneidad, dado que las decisiones de contratar I+D externamente o de realizar dichas actividades internamente tienden a ser simultáneas dentro de la empresa. Por otra parte, se tiene en cuenta si la empresa ha solicitado patentes en el año en curso o los dos años previos, ya que la *solicitud de patentes* suele implicar la realización continuada de actividades tecnológicas.

Asimismo, se espera que el tamaño de la empresa afecte la decisión de importar la tecnología de manera positiva si existen las economías de escala. Hymer (1959) argumenta que las economías de escala son una de las ventajas que surgen para las empresas que invierten de manera directa en el exterior, debido a que las grandes

empresas puedan operar más eficientemente que aquellas que operan a menor escala. En este caso, el tamaño se mide por el número de empleados (en logaritmos) de la empresa.¹⁸

El conjunto de características de empresa también incluye *dummies* para reflejar la pertenencia a sectores de manufacturas o servicios de alta y media tecnología, ya que la decisión de ubicar una filial en otro país no está solo afectada por las características del país sino también por las de la propia industria (Brainard, 1993).

Finalmente, tal como se ha señalado con anterioridad, se tendrá en cuenta que no todas las empresas españolas pertenecientes a multinacionales son filiales, por lo que se introducirá una variable dicotómica de control para esta característica. La fuente de información utilizada en la definición de cada variable y su construcción se detalla en el Apéndice 4.1.

En el cuadro 4.3 pueden observarse las medias de las variables descritas anteriormente por país de origen de la empresa matriz. El mayor porcentaje de empresas exportadoras tiene lugar entre aquellas cuyo grupo tiene la sede en Finlandia (95%), seguido por Alemania y Noruega (83%). Así mismo el porcentaje menor corresponde a empresas de grupos cuya matriz se localiza en Irlanda (58%), donde sin embargo se haya el mayor porcentaje de filiales (93%). Así mismo, como cabía esperar, el menor porcentaje de estas últimas corresponde a grupos con sede en España con un 12.7%.

Las fuentes de información del mercado son más relevantes para las empresas de multinacionales noruegas y portuguesas. El mayor porcentaje de solicitantes de patentes corresponde a las compañías con sede en Dinamarca (33%), mientras que las empresas en grupos con matrices en Irlanda no solicitan patentes. Las empresas pertenecientes a multinacionales holandesas tienen la mayor intensidad de la I+D interna, seguido por las empresas de multinacionales noruegas. Todo ello refleja un alto grado de heterogeneidad entre los grupos representados en esta muestra.

¹⁸ Es importante anotar que en el modelo de selección, el tamaño de la empresa se incluye en la ecuación de la selección pero no en la ecuación de intensidad, dado que la variable de intensidad del *offshoring* ya se mide en términos relativos al empleo total de la empresa.

Cuadro 4.3. Medias de las variables por país sede de la empresa matriz

	Alemania	Austria	Bélgica	Dinamarca	España	Finlandia	Francia	Holanda	Irlanda	Italia	Noruega	Portugal	R. Unido	Suecia
Confianza relativa en España	0,947	0,915	0,925	0,869	1,243	0,856	0,957	0,895	0,926	1,000	0,868	1,016	0,876	0,880
<i>Características del país sede</i>														
Gasto empresarial en I+D (% PIB)	1,793	1,718	1,313	1,800	0,676	2,636	1,310	0,986	0,949	0,594	0,840	0,578	1,103	2,573
Grado de apertura	0,832	1,058	1,566	0,988	0,571	0,833	0,542	1,365	1,573	0,538	0,727	0,692	0,573	0,934
Distancia (en logs.)	7,533	7,501	7,181	7,636	0	7,989	6,959	7,299	7,279	7,223	7,778	6,219	7,140	7,860
Similitud en impuestos corporativos	1,082	0,810	1,046	0,817	1	0,821	1,070	0,861	0,389	0,944	0,872	0,836	0,897	0,849
<i>Características de la empresa</i>														
Exportadora ^d (t-1)	0,838	0,793	0,771	0,754	0,691	0,951	0,747	0,764	0,583	0,816	0,839	0,761	0,656	0,728
Falta de información	1,060	1,167	1,026	0,949	1,147	1,160	0,976	1,014	1,167	1,081	1,436	1,335	0,967	1,061
Fuentes de información del mercado ^d	0,435	0,476	0,403	0,435	0,534	0,489	0,487	0,463	0,533	0,483	0,590	0,600	0,538	0,529
Fuentes internas de información ^d	0,353	0,476	0,306	0,348	0,434	0,404	0,373	0,367	0,267	0,416	0,308	0,447	0,457	0,421
Intensidad de la I+D interna (t-1)	7,348	6,576	7,059	7,564	7,117	7,034	6,996	7,730	6,504	7,327	7,609	7,142	6,759	6,943
Filial ^d	0,791	0,619	0,672	0,928	0,127	0,894	0,749	0,769	0,933	0,794	0,744	0,694	0,745	0,900
Solicitud de patentes ^d	0,154	0,167	0,112	0,333	0,154	0,149	0,173	0,140	0,000	0,218	0,051	0,188	0,097	0,157
Tamaño (en logs.)	5,378	5,066	5,060	4,714	5,178	5,125	5,529	5,345	5,049	5,216	4,151	4,880	5,493	5,958
Tamaño (en logs.) al cuadrado	30,59	26,81	26,36	22,82	28,44	26,63	32,54	30,21	29,33	28,42	17,94	25,08	31,94	37,61
Manuf. de alta y media tecnología ^d	0,567	0,571	0,313	0,464	0,341	0,511	0,346	0,437	0,000	0,549	0,333	0,447	0,339	0,386
Servicios de alta y media tecnología ^d	0,063	0,024	0,030	0,000	0,125	0,000	0,085	0,132	0,200	0,029	0,000	0,047	0,168	0,100
Número de observaciones	800	29	105	57	488	41	829	347	12	261	31	67	285	114

Fuente: PITEC 2004-2010 y elaboración propia. Nota: d = variable dicotómica. (t-1) significa que la variable está retardada un período

4.3. Resultados econométricos

A continuación se presentan los resultados obtenidos utilizando las dos metodologías descritas en la sección previa. Si bien el conjunto de variables explicativas incluidas en la especificación es muy amplio, al igual que ocurre en la mayoría de trabajos empíricos de esta índole, todavía podría darse un problema de variables omitidas. En este sentido, se deben aplicar las precauciones habituales en la interpretación de los resultados.

En primer lugar, se analizan los determinantes de la intensidad del *offshoring* de I+D a través de cada uno de esos canales por separado mediante la estimación de modelos tipo Heckman o Tobit generalizado. En el Cuadro 4.4 se presentan los resultados del modelo para el *offshoring* de I+D dentro del grupo.¹⁹ El término de correlación $\rho_{e\varepsilon}$ es significativo, indicando que el modelo de selección es adecuado. Como se comentó con anterioridad, el modelo se estima para dos muestras distintas, incluyendo y sin incluir respectivamente las observaciones de empresas en grupos con sede en España. La razón de realizar el análisis para estas dos muestras es que el modelo empírico supone que la empresa matriz es la que toma la decisión de que canal (grupo o mercado) utilizar para comprar servicios de I+D. Este supuesto es más pertinente cuando las empresas de la muestra son filiales, siendo un poco más difuso cuando se hace referencia a empresas conjuntas o asociadas. Como se pone de manifiesto en el Cuadro 4.3, el porcentaje de empresas filiales es mayoritario independientemente del país sede considerado, con excepción de España. En este último caso, sólo un 12,7% de las empresas cuyo grupo tiene la sede en España son filiales.

Para el caso de la decisión de la realización de *offshoring* de I+D dentro del grupo, la variable de confianza relativa solo es significativa cuando se incluyen en la muestra las empresas que tienen la matriz en España. Entre las características del país sede, la intensidad del gasto empresarial en I+D y la similitud en impuestos corporativos incrementan la probabilidad de importar I+D del grupo en ambas muestras.

¹⁹ Se muestran los efectos marginales. Los coeficientes estimados se recogen en el cuadro A.4.1 del Apéndice 4.2.

Cuadro 4.4. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la intensidad del *offshoring* de I+D dentro del grupo. Efectos marginales

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Intensidad dy/dx	Decisión dy/dx	Intensidad dy/dx	Decisión dy/dx
Confianza relativa	-11,662*** (1,343)	-0,207* (0,122)	-10,892*** (1,956)	-0,161 (0,168)
<i>Características del país sede</i>				
Gasto empresarial en I+D (% PIB)	0,104 (0,306)	0,022* (0,012)	0,308 (0,313)	0,040** (0,017)
Grado de apertura comercial	0,321 (0,206)	0,020 (0,026)	0,487* (0,249)	0,033 (0,035)
Distancia (en logaritmos)	-0,585*** (0,087)	-0,003 (0,007)	-1,005*** (0,209)	-0,036 (0,029)
Similitud en impuestos corporativos	1,947** (0,846)	0,210*** (0,048)	1,658** (0,799)	0,208*** (0,056)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	-0,046 (0,341)	0,075*** (0,012)	-0,139 (0,380)	0,078*** (0,012)
Falta de información	-0,138 (0,168)	-0,015 (0,009)	-0,118 (0,184)	-0,020** (0,010)
Fuentes de información del mercado		-0,001 (0,012)		-0,002 (0,014)
Fuentes internas de información		0,014*** (0,004)		0,018*** (0,004)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,086 (0,057)	0,017*** (0,005)	0,090* (0,053)	0,019*** (0,005)
Filial	-0,246*** (0,087)	0,029** (0,011)	-0,169 (0,106)	0,030** (0,014)
Solicitud de patentes	-0,690** (0,290)	-0,028* (0,014)	-0,813*** (0,184)	-0,042** (0,017)
Tamaño		0,123*** (0,045)		0,142*** (0,052)
Tamaño al cuadrado		-0,008** (0,004)		-0,010** (0,005)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,001 (0,221)	0,035** (0,018)	0,039 (0,241)	0,039** (0,019)
Servicios de alta y media tecnología	0,311 (0,486)	-0,024 (0,015)	-0,025 (0,335)	-0,031 (0,022)
Rho	0,551** (0,205)		0,565** (0,178)	
Nº de obs. censuradas/no censuradas	2.973/474		2.514/445	
Nº de observaciones	3.447		2.959	

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Respecto a las características de las empresas, se encuentra que cuando una empresa es exportadora, su probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D se incrementa en torno a 7,5 puntos porcentuales independientemente de que se incluyan o no los grupos con sede en España. De igual forma, la importancia de las fuentes internas de información, la intensidad de la I+D interna y la pertenencia a sectores de manufacturas de alta y media tecnología elevan la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo. El impacto del tamaño muestra una relación no lineal.

Por su parte, la solicitud de patentes afecta negativamente la probabilidad de llevar a cabo *offshoring* de I+D. El ser solicitante disminuye en 2,8 puntos porcentuales dicha probabilidad cuando se incluyen en la muestra las empresas que tienen la matriz en España y en 4,2 puntos cuando España no es incluida.

En cuanto a la intensidad de *offshoring* de I+D dentro del grupo, se puede notar que la confianza relativa la afecta negativamente, confirmando la hipótesis principal de este trabajo. Por su parte, la similitud en los impuestos corporativos aumenta la intensidad de *offshoring* en I+D, mientras que la distancia entre países la disminuye. En cuanto a las variables relacionadas con las características de la empresa, la solicitud de patentes presenta un efecto negativo mientras que la intensidad de la I+D interna influye positivamente.

Para el caso del *offshoring* de I+D realizado a través del mercado (Cuadro 4.5), la variable confianza relativa es significativa y positiva, tanto para el caso donde se consideran las empresas multinacionales con sede principal en España como cuando éstas empresas son excluidas, confirmando de nuevo la hipótesis de este trabajo.

La única variable explicativa que sigue manteniendo una influencia significativa y positiva, como en el caso del *offshoring* de I+D a través del grupo, es la intensidad de la I+D interna. Por su parte la solicitud de patentes que antes tenía un efecto negativo ahora presenta un efecto positivo y las fuentes de información del mercado ahora si tienen efecto positivo y significativo en la muestra que incluye las empresas de multinacionales españolas. Es importante anotar que en este caso, la solicitud de

patentes eleva la probabilidad de importar I+D desde el mercado en 7.4 y 9.1 puntos porcentuales respectivamente en las dos muestras consideradas.

Cuadro 4.5. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la intensidad del *offshoring* de I+D fuera del grupo. Efectos marginales

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Intensidad dy/dx	Decisión dy/dx	Intensidad dy/dx	Decisión dy/dx
Confianza relativa	0,527 (5,025)	0,401*** (0,088)	2,434 (7,006)	0,436*** (0,067)
<i>Características del país sede</i>				
Gastos empresariales en I+D (% PIB)	-0,245 (0,261)	-0,001 (0,010)	-0,120 (0,324)	0,001 (0,010)
Grado de apertura comercial	1,063*** (0,408)	0,011 (0,008)	1,422* (0,757)	0,015* (0,009)
Distancia (en logaritmos)	-0,008 (0,195)	0,014*** (0,004)	-0,481 (0,373)	0,010 (0,008)
Similitud en impuestos corporativos	-0,014 (0,937)	-0,019 (0,028)	-0,115 (1,027)	-0,019 (0,025)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	0,472* (0,260)	0,015 (0,013)	0,606 (0,475)	0,013 (0,015)
Falta de información	-0,353* (0,185)	0,007 (0,006)	-0,517** (0,248)	0,006 (0,008)
Fuentes de información del mercado		0,023** (0,010)		0,024 (0,027)
Fuentes internas de información		-0,002 (0,008)		-0,004 (0,008)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,295*** (0,082)	0,014*** (0,003)	0,275*** (0,090)	0,012*** (0,004)
Filial	0,053 (0,312)	0,010 (0,007)	0,083 (0,522)	0,004 (0,006)
Solicitud de patentes	-0,262 (0,277)	0,074*** (0,015)	-0,362 (0,444)	0,091*** (0,020)
Tamaño		0,005 (0,009)		-0,0004 (0,038)
Tamaño al cuadrado		0,0001 (0,001)		0,001 (0,002)
Manuf. de alta y media tecnología	-0,258 (0,232)	0,007 (0,006)	-0,378 (0,391)	-0,002 (0,008)
Servicios de alta y media tecnología	1,404* (0,794)	-0,009 (0,014)	1,257 (1,215)	-0,015 (0,015)
Rho	0,325 (0,375)		-0,072 (3,127)	
Nº de obs. censuradas/no censuradas	3.211/236		2.760/199	
Nº de observaciones	3.447		2.959	

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuando se analiza la intensidad del *offshoring* de I+D fuera del grupo se puede apreciar que, una vez controlado por las características del país sede y de la empresa, la confianza relativa no parece afectar a la intensidad de las importaciones. El grado de apertura comercial del país sede y la pertenencia de la empresa a sectores de servicios de alta y media tecnología tienen un impacto positivo. Por su parte el ser una empresa exportadora y la intensidad de la I+D interna tienen un efecto también positivo en la muestra que incluye a las empresas de grupos españoles, pero no resultan significativas al excluir a estas últimas.

Hasta ahora se ha considerado que la decisión que toman las empresas a la hora de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través del mercado sucede de manera separada, pero dado que estas dos decisiones pueden estar correlacionadas, a continuación se realiza una estimación de sus determinantes por medio de un modelo Probit bivariante o Biprobit.

Nótese que, tal y como sucede en el modelo Probit univariante, los coeficientes estimados en el modelo Probit bivariante no cuantifican directamente el incremento en la probabilidad dado un cambio marginal en una variable independiente, sino que es necesario el cálculo de las derivadas parciales o efectos marginales, que son los que se presentan en el Cuadro 4.6.

En ambas muestras (con y sin incluir empresas en grupos con sede en España) se encuentra que el coeficiente rho es significativo, indicando que las decisiones de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través del mercado están correlacionadas. Así mismo se puede observar que los resultados obtenidos presentan tendencias y magnitudes similares a los resultados obtenidos previamente con el modelo Heckman para las decisiones respectivas (Cuadros 4.4 y 4.5)

De esta forma, al analizar los efectos marginales que se muestran en el Cuadro 4.6 se encuentra que el efecto de la confianza relativa es positivo y significativo para el *offshoring* que se realiza fuera del grupo. Igualmente ocurre para el gasto empresarial en I+D del país sede y para la similitud en impuestos corporativos entre países.

Cuadro 4.6. Resultados de la estimación del modelo Biprobit para la realización del offshoring de I+D. Efectos marginales

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Dentro del grupo dy/dx	Fuera del grupo dy/dx	Dentro del grupo dy/dx	Fuera del grupo dy/dx
Confianza relativa	-0,204 (0,200)	0,412*** (0,119)	-0,160 (0,224)	0,444*** (0,127)
<i>Características del país sede</i>				
Gasto empresarial en I+D (% PIB)	0,022* (0,013)	-0,0002 (0,009)	0,041** (0,019)	0,002 (0,012)
Grado de apertura comercial	0,018 (0,021)	0,009 (0,013)	0,030 (0,024)	0,014 (0,014)
Distancia (en logaritmos)	-0,002 (0,009)	0,015*** (0,005)	-0,037 (0,030)	0,011 (0,016)
Similitud en impuestos corporativos	0,204*** (0,055)	-0,028 (0,037)	0,202*** (0,062)	-0,029 (0,038)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	0,074*** (0,012)	0,016** (0,008)	0,078*** (0,014)	0,014 (0,009)
Falta de información	-0,015** (0,008)	0,006 (0,004)	-0,021** (0,009)	0,005 (0,005)
Fuentes de información del mercado	-0,003 (0,011)	0,026*** (0,007)	-0,005 (0,013)	0,024*** (0,008)
Fuentes internas de información	0,014** (0,007)	-0,003 (0,005)	0,019** (0,008)	-0,004 (0,005)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,016*** (0,003)	0,012*** (0,002)	0,019*** (0,003)	0,011*** (0,002)
Filial	0,029** (0,013)	0,011 (0,008)	0,030** (0,014)	0,005 (0,009)
Solicitud de patentes	-0,027** (0,013)	0,076*** (0,015)	-0,040*** (0,014)	0,093*** (0,017)
Tamaño	0,126*** (0,029)	0,001 (0,013)	0,140*** (0,034)	0,0004 (0,015)
Tamaño al cuadrado	-0,009*** (0,002)	0,0004 (0,001)	-0,010*** (0,003)	0,001 (0,001)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,036*** (0,012)	0,008 (0,007)	0,040*** (0,014)	-0,001 (0,008)
Servicios de alta y media tecnología	-0,025 (0,021)	-0,010 (0,011)	-0,032 (0,025)	-0,017 (0,011)
Rho	0,347*** (0,047)		0,343*** (0,050)	
Número de observaciones	3.447		2.959	

Notas: dy/dx es el efecto marginal ante el cambio en la variable independiente. Todas las regresiones incluyen dummies temporales. En paréntesis aparece la desviación estándar. (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Con respecto a la intensidad de la I+D interna de la empresa, esta es positiva indicando que existe una complementariedad entre la I+D interna y externa tanto cuando el *offshoring* se realiza dentro del grupo como cuando se realiza en el mercado. La solicitud de patentes afecta de manera negativa al *offshoring* realizado dentro del grupo, disminuyendo su probabilidad en 4 puntos porcentuales, y de manera positiva al *offshoring* realizado fuera del grupo, aumentando su probabilidad en 9 puntos. Las fuentes de información del mercado benefician solo al *offshoring* que se realiza a través del mercado.

Por su parte el ser una empresa exportadora, las fuentes internas de información y el ser filial aumentan la probabilidad de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo. Para el caso del tamaño, este muestra un efecto no lineal y el pertenecer a sectores de alta y media tecnología afecta positivamente solo en el caso de las manufacturas. Al contrario, la falta de información tiene un impacto negativo.

4.4. Conclusiones

Varios estudios muestran que la confianza entre países favorece el comercio (Guiso et al., 2009) y que las empresas multinacionales prefieren establecer relaciones comerciales en países que garantizan la fiabilidad de las instituciones y los derechos de propiedad (Helpman, 1993; Branstetter et al., 2006). En contextos de falta de confianza o de inseguridad, las empresas que forman parte de organizaciones multinacionales podrían realizar sus transacciones intra-grupo en lugar de hacerlo a través del mercado.

En esta línea, el objetivo de este trabajo es contrastar si la confianza en España afecta al canal por el que las empresas españolas pertenecientes a grupos de negocio realizan sus importaciones de I+D. Para el análisis se emplean los datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) sobre las empresas innovadoras que operan en España pertenecientes a multinacionales europeas, aprovechando la información exhaustiva contenida en esta base estadística sobre las actividades tecnológicas de las empresas y, en particular, sobre el tipo de proveedor de las compras de I+D. En total se dispone de 3.447 observaciones para el período 2004-2010, que se reducen a 2.959 cuando se excluye a España como país sede.

Esta base de datos se combina con otras fuentes estadísticas que, junto con el grado de confianza bilateral, permiten definir algunas medidas características del país sede y de la similitud entre dicho país y España. En concreto, la información empleada sobre la confianza de los ciudadanos de otro país en España se obtiene del *Eurobarómetro* de la Comisión Europea, definiéndose la medida de la confianza relativa como el cociente entre la confianza media que los ciudadanos de ese país tienen en los ciudadanos españoles y el promedio de la confianza que tienen en todos los demás países.

Para contrastar el efecto de la confianza sobre las importaciones de I+D intra-grupo o a través del mercado, se emplean dos metodologías distintas. En primer lugar, mediante la utilización de modelos Tobit generalizado se estudian los determinantes de la intensidad del *offshoring* de I+D a través de cada uno de esos canales por separado. En segundo lugar, se estima un modelo Probit bivalente o biprobit, que permite considerar que las decisiones que toman las empresas de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través del mercado puedan estar correlacionadas. En este análisis, se utilizan variables control que tienen dimensión país, como son el gasto empresarial en I+D y el grado de apertura comercial del país sede, o la similitud en impuestos corporativos y la distancia física entre países, y también se incluyen algunas características propias de la empresa importadora de I+D.

Los resultados obtenidos proporcionan evidencia a favor de la hipótesis planteada. Una vez controlado por las características de la empresa y del país sede de la multinacional, la confianza relativa en España afecta negativamente a la intensidad de las transferencias pecuniarias de tecnología intra-grupo, mientras que afecta positivamente a la decisión de realizar *outsourcing* internacional de I+D por parte de las empresas españolas pertenecientes a dichas multinacionales. Adicionalmente, se encuentra que las decisiones de realizar *offshoring* de I+D intra-grupo o a través del mercado están correlacionadas. Todo ello pone de manifiesto que las medidas de política que contribuyan a mejorar el entorno institucional y a acrecentar el grado de confianza en los agentes españoles, tendrán repercusiones sobre la inversión extranjera directa en alta tecnología.

Referencias bibliográficas

- Arora, A., Fosfuri, A. y A. Gambardella (2001): *Markets for Technology: Economics of Innovation and Corporate Strategy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baumol, W. (2001): "When is inter-firm coordination beneficial? The case of innovation", *International Journal of Industrial Organization* 19, 727-737
- Bottazzi, L., Da Rin, M. y T. Hellmann (2011): "The importance of trust for investment: Evidence from venture capital", NBER Working Paper No. 16923
- Brainard, L. (1993): "An empirical assessment of the factor proportions explanation of multinational sales", NBER Working Paper, No. 4580.
- Branstetter, L., Fisman, R. y F. Foley (2006): "Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical evidence from U.S. firm level panel data", *Quarterly Journal of Economics* 121(1), 321-349.
- Comisión Europea (varios años): *Eurobarómetro*. European Commission Eurobarometer Unit.
- Devereux, M., y R. Griffith (1998): "Taxes and the location of production: Evidence from a panel of US multinationals", *Journal of Public Economics* 68(3), 335-367.
- Dunning, J. H. (1988): *Explaining International Production*, Unwin Hyman, London.
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2010a): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", en L. Sanz y L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2010b): "Trust and Technology transfers", paper presented at the 37th EARIE Annual Conference, 2-4 September 2010, Sabanci University, Istanbul, Turkey.
- García-Vega, M. y Huergo, E. (próxima publicación): "Multinationals' Technology Transfers and firms' performance", en S. Beugelsdijk, S. Brakman, H. van Ees y H. Garretsen (Eds.): *Firms in the international economy; Closing the gap between international economics and international business*, CESifo Seminar Series, The MIT Press.
- Guiso, L., Sapienza, P., y L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?" *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- Glass, A., y K. Saggi (2002): "Multinational firms and technology transfer", *Scandinavian Journal of Economics* 104(4), 495-513.
- Greene, W. (2003): *Econometric Analysis*. Prentice Hall, New Jersey: Fifth Edition.
- Heston, A., Summers, R., y B. Aten (2012): *Penn World Table Version 7.1*, Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of

- Pennsylvania, Nov 2012. Disponible en:
https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php
- Holl, A. y R. Rama (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", *MPRA Working paper* No. 42328.
- Jaffe, A. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market value", *The American Economic Review* 76(5), 984-1001.
- Keller, W., y S. Yeaple (2009): "Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm level Evidence from the United States", *Review of Economics and Statistics* 91(4), 821-831.
- Knack, S., y P. Keefer (1997): "Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigation", *Quarterly Journal of Economics* 112(4), 1251-1288.
- Lai, E., R. Riezman, y W. Ping (2009): "Outsourcing of innovation", *Economic Theory* 38(3), 485-515.
- La Porta, R., López de Silanes, F., Shleifer, A., y R. Vishny (1999): "The quality of Government", *Journal of Law, Economics and Organization* 15(1), 222-279.
- Markusen, J. (1995): "The boundaries of multinational enterprises and the theory of international trade", *Journal of Economic Perspectives* 9(2), 169-189.
- Norbäck, P. (2001): "Multinational firms, technology and location", *Journal of International Economics* 54(2), 449-469.
- OECD (varios años): *Science and Technology Indicators. BERD Expenditure on R&D in the Business Enterprise Sector*.
- OECD (varios años): *STAN Database for Structural Analysis*. Disponible en: <http://stats.oecd.org/Index.aspx>.
- OECD (varios años): *OECD Tax Database*. Disponible en: <http://www.oecd.org/tax/tax-policy/oecdtaxdatabase.htm>
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) (varios años): Información disponible en <http://sise.fecyt.es/sisepublicweb/mostrarCarpetaEstudiosInformes.do>.
- Tomiura, E. (2007): "Foreign outsourcing, exporting, and FDI: A productivity comparison at the firm level", *Journal of International Economics* 72(1), 113-127.
- Veugelers, R., y B. Cassiman, B. (2004): "Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion: Some direct firm level evidence from Belgium", *European Economic Review* 48(2), 455-476.
- Williamson, O. (1971): "The vertical integration of production: Market failure considerations", *American Economic Review* 61(2), 112-123.
- Williamson, O. (1985): *The economic institutions of capitalism*, Free Press: New York.

- Williamson, O. (1993): "Calculativeness, trust, and economic organization", *Journal of Law & Economics* 36(1), 453-86.
- Zak, P. J., y S. Knack (2001): "Trust and growth", *Economic Journal* 111(470), 295-321.
- Zellner, A., y D. Haung (1962): "Further properties of efficient estimators for seemingly unrelated regression equations", *International Economic Review* 3, 300-313.

Apéndice 4.1: Fuentes de información y construcción de variables

Todas las variables provienen de la base de datos PITEC a menos que se indique lo contrario. Las observaciones corresponden a empresas que operan en España con una empresa matriz ubicada en Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda, Noruega, Portugal, Suecia o el Reino Unido. Todos los datos económicos se calculan en euros.

1. Variables dependientes:

Compras de servicios de I+D: En la base de datos se les pregunta a las empresas sobre los gastos que corresponden a las “adquisiciones de servicios de I+D fuera de la empresa a través de contratos, acuerdos informales... Se excluyen los fondos para financiar otras empresas, asociaciones de investigación, etc...que no implican de manera directa la compra de servicios de I+D”. Es importante destacar que esta variable también excluye la adquisición de software, royalties o inversiones en la capacidad de I+D en el extranjero. Adicionalmente la empresa indica también la parte de estas compras de I+D cuyos proveedores son empresas que i) pertenecen o no al mismo grupo de negocios y ii) están ubicadas en España o fuera de España. De esta manera se construyen dos medidas de las importaciones de I+D:

- **Offshoring de I+D dentro del grupo:** Compras de I+D a empresas que están ubicadas en el extranjero y pertenecen al mismo grupo de negocios.
- **Offshoring de I+D fuera del grupo:** Compras de I+D externa a empresas que están ubicadas en el extranjero y que no pertenecen al mismo grupo de negocios.

Se toman los logaritmos de estas variables sobre el número de empleados para construir las medidas de la **intensidad del offshoring de I+D**.

2. Variables independientes:

Confianza relativa en España: La medida de la confianza que tiene un país en España se obtiene del Eurobarómetro, construido a partir de una encuesta a los ciudadanos de la

Unión Europea. A la gente se le pregunta: “*Me gustaría hacerle una pregunta sobre el nivel de confianza que tiene en las personas de varios países. Para cada pregunta por favor indica si tiene mucha confianza, algo de confianza, poca confianza o nada de confianza*”. A cada respuesta se asigna un número que varía de uno (nada de confianza) a cuatro (mucha confianza). La confianza relativa se mide como la confianza que tiene un país en España sobre el promedio de la confianza en otros países de la Unión Europea (Guiso et al. 2009).

Fuente: Comisión Europea (varios años). *Eurobarómetro*. Los datos están disponibles en la base de datos del Consejo Europeo de Archivos de Datos de Ciencias Sociales (CESSDA en sus siglas en inglés).

<http://www.gesis.org/eurobarometer/topics-trends/eb-trends-trend-files/list-of-trends/trust-in-people/#%2810%29>

http://www.cessda.org/related/events/eb_anniversary_2008.html

Distancia: Distancia entre España y el país sede de la matriz de la empresa medida en kilómetros, obtenida como la distancia más corta entre las dos capitales sobre la superficie de la tierra considerada como una esfera. La variable está en logaritmos.

Fuente: Página web de John Haveman.

<http://www.maclester.edu/research/economics/page/haveman/trade.resources/Data/Gravity/dist.txt>

Exportaciones: Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa exporta y cero en caso contrario. Para los años 2004, 2005, 2008, 2009 y 2010 se toma el volumen de las exportaciones que se realizan tanto hacia los países que conforman la Comunidad Económica Europea como hacia los que no. Para los años 2006 y 2007 sólo se dispone de la información sobre el volumen de exportaciones que se realizan hacia países diferentes a los que conforman la Comunidad Económica Europea. Para estos años también se asume que la empresa es exportadora si realizó exportaciones hacia la Comunidad Económica Europea en el periodo previo al 2006 y posterior al 2007.

Filial: Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa es una filial de un grupo de negocios extranjero y al mismo tiempo tiene al menos un 50% de participación de capital extranjero.

Gastos empresariales en I+D: Porcentaje que representan los gastos empresariales en I+D (BERD) sobre el PIB del país sede de la matriz de la empresa.

Fuente: OECD (varios años). STAN Database for Structural Analysis.

http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ANBERD2011_REV3

Grado de apertura comercial: Ratio de exportaciones más importaciones sobre el PIB del país sede de la matriz de la empresa.

Fuente: Heston et al. (2012)

https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php

Intensidad de la I+D interna: Cociente entre los gastos en I+D interna y el empleo total de la empresa (en logaritmos).

Similitud en impuestos corporativos: Es el cociente entre la tasa del impuesto sobre beneficios de las empresas en el país sede sobre la tasa del impuesto sobre beneficios de las empresas en España el impuesto de la renta de España. La tasa de referencia es una combinación de las tasas sobre los beneficios distribuidos del gobierno central y de los gobiernos locales o regionales.

Fuente: OECD. OECD Tax Database.

<http://www.oecd.org/tax/tax-policy/oecdtaxdatabase.htm>

Tamaño: Número de empleados de la empresa (en logaritmos).

Apéndice 4.2: Estimaciones complementarias.

Cuadro A.4.1. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para el offshoring de I+D realizado dentro del grupo.

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Intensidad	Decisión	Intensidad	Decisión
Confianza relativa	-12,654*** (1,904)	-1,089* (0,634)	-11,609*** (2,603)	-0,774 (0,800)
<i>Características del país sede</i>				
BERD gastos como % GDP	0,209 (0,272)	0,115** (0,059)	0,486* (0,274)	0,193** (0,083)
Grado de apertura comercial	0,417 (0,318)	0,105 (0,136)	0,632* (0,380)	0,157 (0,170)
Distancia (en logaritmos)	-0,599*** (0,110)	-0,015 (0,034)	-1,165*** (0,259)	-0,172 (0,139)
Similitud en impuestos corporativos	2,950** (1,165)	1,101*** (0,279)	2,587** (1,122)	1,002*** (0,279)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	0,373 (0,262)	0,453*** (0,067)	0,268 (0,293)	0,433*** (0,073)
Falta de información	-0,209 (0,179)	-0,077 (0,050)	-0,207 (0,190)	-0,095** (0,047)
Fuentes de información del mercado		-0,003 (0,064)		-0,008 (0,068)
Fuentes internas de información		0,076*** (0,021)		0,088*** (0,021)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,166** (0,076)	0,088*** (0,025)	0,175*** (0,065)	0,092*** (0,022)
Filial	-0,102 (0,159)	0,157** (0,062)	-0,030 (0,172)	0,149** (0,074)
Solicitud de patentes	-0,833*** (0,300)	-0,156* (0,085)	-1,018*** (0,162)	-0,219** (0,100)
Tamaño		0,647*** (0,230)		0,683*** (0,256)
Tamaño al cuadrado		-0,043** (0,020)		-0,047** (0,023)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,166 (0,206)	0,181* (0,094)	0,209 (0,232)	0,185** (0,088)
Servicios de alta y media tecnología	0,186 (0,525)	-0,136 (0,092)	-0,176 (0,359)	-0,162 (0,123)
Constante	16,761*** (2,938)	-4,597*** (0,943)	19,642*** (3,041)	-3,901*** (0,764)
Rho	0,551** (0,205)		0,565** (0,178)	
Nº de observaciones	3.447		2.959	

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.4.2. Resultados de la estimación del modelo Tobit generalizado para la intensidad del *offshoring* de I+D fuera del grupo.

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Intensidad	Decisión	Intensidad	Decisión
Confianza relativa	2,596 (5,254)	4,380*** (0,763)	1,962 (15,519)	4,673*** (0,580)
<i>Características del país sede</i>				
Gasto empresarial en I+D (% PIB)	-0,250 (0,301)	-0,011 (0,101)	-0,121 (0,336)	0,015 (0,109)
Grado de apertura comercial	1,120*** (0,430)	0,119 (0,087)	1,405*** (0,351)	0,165* (0,096)
Distancia (en logaritmos)	0,067 (0,199)	0,158*** (0,034)	-0,491 (0,670)	0,102 (0,079)
Similitud en impuestos corporativos	-0,110 (0,936)	-0,204 (0,300)	-0,095 (0,572)	-0,200 (0,262)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	0,556** (0,244)	0,178 (0,174)	0,590 (0,405)	0,154 (0,188)
Falta de información	-0,319 (0,201)	0,072 (0,063)	-0,523 (0,438)	0,059 (0,086)
Fuentes de información del mercado		0,250*** (0,094)		0,259 (0,268)
Fuentes internas de información		-0,026 (0,088)		-0,041 (0,085)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,366*** (0,116)	0,150*** (0,039)	0,263 (0,585)	0,127*** (0,046)
Filial	0,109 (0,362)	0,119 (0,084)	0,078 (0,680)	0,044 (0,067)
Solicitud de patentes	0,004 (0,529)	0,573*** (0,084)	-0,428 (3,185)	0,660*** (0,112)
Tamaño		0,057 (0,101)		-0,004 (0,403)
Tamaño al cuadrado		0,002 (0,008)		0,006 (0,024)
Manufactura de alta y media tecnología	-0,224 (0,250)	0,073 (0,069)	-0,376 (0,334)	-0,016 (0,085)
Servicios de alta y media tecnología	1,355* (0,781)	-0,104 (0,171)	1,276* (0,712)	-0,188 (0,209)
Constante	-2,481 (7,557)	-8,839*** (0,838)	4,301 (35,150)	-8,224*** (1,620)
Rho	0,325 (0,375)		-0,072 (3,127)	
Nº de Observaciones	3.447		2.959	

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Cuadro A.4.3. Resultados de la estimación del modelo Biprobit para la realización del offshoring de I+D

	Incluyendo España como país sede		Sin incluir España como país sede	
	Dentro del grupo	Fuera del grupo	Dentro del grupo	Fuera del grupo
Confianza relativa	-1,069 (1,052)	4,403*** (1,296)	-0.766 (1.077)	4.701*** (1.380)
<i>Características del país sede</i>				
BERD gastos como % GDP	0,117* (0,067)	-0,002 (0,094)	0.196** (0.094)	0.018 (0.123)
Grado de apertura comercial	0,092 (0,109)	0,099 (0,142)	0.146 (0.114)	0.143 (0.148)
Distancia (en logaritmos)	-0,013 (0,046)	0,159*** (0,053)	-0.176 (0.144)	0.112 (0.168)
Similitud en impuestos corporativos	1,072*** (0,288)	-0,299 (0,399)	0.971*** (0.297)	-0.304 (0.407)
<i>Características de la empresa</i>				
Exportadora (t-1)	0,450*** (0,084)	0,187* (0,100)	0.427*** (0.088)	0.161 (0.108)
Falta de información	-0,079** (0,040)	0,060 (0,048)	-0.099** (0.041)	0.052 (0.052)
Fuentes de información del mercado	-0,014 (0,057)	0,271*** (0,073)	-0.024 (0.060)	0.253*** (0.078)
Fuentes internas de información	0,075** (0,037)	-0,032 (0,051)	0.092** (0.039)	-0.044 (0.054)
Intensidad de la I+D Interna (t-1)	0,086*** (0,016)	0,134*** (0,030)	0.090*** (0.017)	0.118*** (0.031)
Filial	0,160** (0,074)	0,124 (0,096)	0.151** (0.077)	0.049 (0.096)
Solicitud de patentes	-0,152* (0,078)	0,577*** (0,079)	-0.207** (0.082)	0.667*** (0.085)
Tamaño	0,659*** (0,158)	0,008 (0,142)	0.674*** (0.168)	0.004 (0.157)
Tamaño al cuadrado	-0,046*** (0,013)	0,005 (0,012)	-0.047*** (0.014)	0.005 (0.013)
Manufacturas de alta y media tecnología	0,184*** (0,062)	0,083 (0,076)	0.190*** (0.064)	-0.014 (0.082)
Servicios de alta y media tecnología	-0,139 (0,129)	-0,119 (0,141)	-0.166 (0.141)	-0.203 (0.160)
Constante	-4,571*** (1,296)	-8,475*** (1,687)	-3.753** (1.548)	-8.150*** (1.889)
Rho	0,347*** (0,047)		0,343*** (0,050)	
Nº de observaciones	3.447		2.959	

Notas: Entre paréntesis aparece la desviación estándar. Todas las regresiones incluyen dummies temporales. El símbolo (t-1) significa que la variable está retardada un período, ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10% respectivamente.

Capítulo 5: El efecto del *offshoring* de servicios de I+D en el empleo cualificado: evidencia intra-empresa²⁰

5.1. Introducción

La frecuencia con la que las empresas han hecho uso de las estrategias de *offshoring* ha aumentado considerablemente en los últimos años (OECD, 2010). Aunque inicialmente el *offshoring* se refería principalmente a la manufactura de bienes intermedios, en la última década el *offshoring* de bienes manufacturados ha pasado a un segundo plano en favor del *offshoring* de servicios, debido a que ha crecido sustancialmente la demanda de servicios más avanzados en las áreas técnicas y administrativas (Jensen, 2009; Metters y Verma, 2008).

En consecuencia, las actividades estandarizadas propias de mano de obra no cualificada en el sector manufacturero han dejado de ser las únicas en las que se realiza *offshoring* y, actualmente, la ventaja comparativa de los países no solo se asocia con el capital natural o físico, sino también con el capital humano. Hoy día, algunos países se especializan en tareas tecnológicas y en el desarrollo de soluciones informáticas, haciendo del *offshoring* una forma de contratar en otros países los servicios necesarios para la producción interna, mejorando los tiempos de entrega y la capacidad de interacción, y sin tener en muchos casos la necesidad de realizar una entrega física del bien.

Sin embargo, el aumento de *offshoring* en servicios de alto contenido tecnológico en algunos casos se ha producido con dificultades. Cuando un trabajador de cuello blanco, que por lo general está mejor remunerado debido a su experiencia en las TIC y a su capacidad de aprendizaje, es "des-localizado", se destruye conocimiento específico de la empresa. Como resultado de la ausencia de un capital humano valioso, disminuyen los incentivos de los administradores y empleados para invertir en la obtención de conocimiento específico (Trefler, 2005).

²⁰ Los resultados de este capítulo han dado lugar a un documento de trabajo conjunto con Elena Huergo: MPRA Paper 43970, University Library of Munich, Germany.

El *offshoring* en tareas de alta tecnología conduce a separaciones cada vez más frecuentes entre los trabajadores y las empresas, destruyéndose así importantes dimensiones de capital humano. No está claro si la pérdida de conocimiento que surge de la separación de la empresa y los trabajadores es una cuestión de equidad, ya que puede ser perjudicial para los trabajadores desplazados por el *offshoring*, o una cuestión de eficiencia, ya que destruye capital humano valioso.

En este contexto, muchas investigaciones se han centrado en el análisis de cómo el *offshoring* de bienes y servicios afecta la demanda de trabajadores cualificados y no cualificados, o en su impacto sobre los salarios y el bienestar. Aunque la mayoría de estos estudios se realizan para diferentes países e industrias, estudios recientes han tratado de distinguir entre los diferentes niveles educativos y ocupaciones de los trabajadores, lo que sugiere que, en general, el *offshoring* de servicios genera un efecto positivo sobre el empleo y los salarios de los trabajadores cualificados y lo contrario para los no cualificados (Crinò, 2010).

El objetivo de este capítulo es contribuir al debate mediante el análisis del impacto del *offshoring* en la demanda de uno de los tipos de trabajadores más cualificado: los investigadores que participan en actividades de I+D. Para ello, se utiliza información de empresas españolas en el período 2004-2009 disponible en el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), que se ha descrito en el Capítulo 3 de esta tesis.

Debido al aumento del desempleo en España en los últimos años, es fundamental hacer hincapié en la discusión sobre los cambios necesarios para lograr un crecimiento sostenido a largo plazo. Según la OECD (2011), España necesita crear políticas para incrementar la productividad, fomentar mayor inversión en sectores innovadores y canalizar la inversión en capital humano. Esto es importante para seguir diversificando la producción y mantener el apoyo a procesos como la internacionalización de las empresas españolas.

La contribución específica del estudio es doble: en primer lugar, se analiza una clase particular de *offshoring*, la compra de servicios de I+D²¹ que empresas nacionales contratan de proveedores extranjeros. Estas actividades de alta tecnología pueden tener un efecto más fuerte en la demanda de mano de obra cualificada. Así, Markusen (2005) afirma que los servicios de cuello blanco que se comercializan son complementos cruciales para conectar diferentes elementos de la cadena de producción, como los trabajadores cualificados y los equipos de telecomunicaciones e infraestructura. Además, Crinò (2010) hace hincapié en que los trabajadores de cuello blanco empleados en actividades de servicios realizan por lo general un buen trabajo y reciben altos salarios. Este trabajo requiere un alto nivel de conocimiento y, aunque en el pasado quedaban fuera del *offshoring*, actualmente están más expuestos a él.

En segundo lugar, se utilizan datos individuales a nivel de empresa y, por tanto, los efectos del *offshoring* se cuantifican dentro de las empresas que lo llevan a cabo. Esto difiere de muchos otros estudios que en este campo utilizan datos agregados para países o industrias, o información sobre las ocupaciones. Además, la estructura de panel de la base de datos permite el uso de métodos econométricos adecuados para controlar la heterogeneidad de las empresas.²²

Los resultados sugieren la existencia de una relación positiva entre el *offshoring* de I+D y el empleo cualificado para las empresas españolas, aportando evidencia a favor de su complementariedad. Además, se observa que esta asociación es más fuerte en el sector servicios que en el sector manufacturero.

El capítulo tiene la siguiente estructura. En el apartado 2 se resumen los estudios previos sobre las relaciones entre *outsourcing*, *offshoring* y mano de obra cualificada. El apartado 3 incluye una descripción del modelo empírico, la base de datos y las variables

²¹ Las actividades de I+D se definen en nuestra base de datos como: "Trabajo creativo para aumentar el volumen de conocimientos y la creación de nuevos o mejores productos y procesos (incluyendo el desarrollo de *software*)". Estos incluyen, entre otros, servicios de ingeniería, test clínicos o diseños.

²² Sin embargo, al ser el PITEC una base de datos referida fundamentalmente a actividades tecnológicas, no incluye información detallada sobre otros aspectos relevantes de las empresas. Por ejemplo, no se dispone de información sobre los costes laborales totales, sino sólo de remuneraciones al personal en I+D, lo que limita el análisis a este último tipo de trabajadores.

principales. En el apartado 4 se presentan los resultados y, por último, en el apartado 5 se concluye.

5.2. *Outsourcing, offshoring* y empleo cualificado: estado del arte

Como se ha puesto de manifiesto en el Capítulo 1 de esta tesis, los estudios que analizan el impacto del *outsourcing* internacional en los mercados de trabajo se han incrementado paralelamente con el proceso de globalización. Desde un punto de vista teórico, en la línea de Helpman y Krugman (1985), un grupo importante de trabajos utilizan modelos de equilibrio general con dos sectores para países que operan en los mercados internacionales con el fin de identificar las fuerzas que pueden conducir a un mayor *outsourcing*. Estos estudios son un referente teórico habitual en el campo de la economía internacional.

Un ejemplo es el modelo de dos países, Norte y Sur, desarrollado por Glass y Saggi (2001). Estos autores asumen que el *outsourcing* internacional en la producción básica se desarrolla en países de bajos niveles de renta (sur), mientras que las empresas del norte importan componentes que utilizan para finalizar la producción con los trabajadores del norte. Un bien manufacturado se produce (mediante *outsourcing* internacional en el sur) con consumos intermedios que difieren en el uso de los trabajadores cualificados y no cualificados. Todos los demás bienes son producidos en el norte. En el modelo, las empresas del sur desarrollan solamente *outsourcing* en la producción básica de diseños antiguos, pero los nuevos desarrollos y diseños se producen en los países del norte. El *outsourcing* se lleva a cabo debido a las diferencias tecnológicas y no a diferencias en la dotación de factores (como en Feenstra y Hanson, 1996).

En un contexto similar de dos países, el modelo de Antràs y Helpman (2004) supone la existencia de productores de bienes finales heterogéneos que escogen la estructura de propiedad y ubicación para la producción de *inputs* intermedios. El equilibrio depende del diferencial salarial entre norte y sur, de las ventajas asociadas a la propiedad en cada uno de los países, de la distribución del poder de negociación entre los productores de bienes finales y los proveedores de componentes, y de la intensidad tecnológica de la empresa matriz.

También desde el punto de vista macroeconómico, Grossman y Rossi-Hansberg (2008) argumentan que países con diferentes niveles de desarrollo, diferentes tecnologías y diferentes dotaciones de factores generan diferentes precios de los factores. Se preguntan cómo las oportunidades de *offshoring* afectan los salarios de los diferentes tipos de trabajo (mano de obra cualificada y no cualificada). La tecnología de producción se especifica en términos de tareas y cada tarea requiere la participación de un sólo factor de producción. La decisión de realizar tareas a través de *offshoring* depende de la diferencia entre los precios internos y externos y de la tecnología de las comunicaciones. El modelo supone que las tareas se pueden realizar de forma remota, de modo que la producción de un bien puede internacionalizarse²³.

Frente a estos modelos, que permiten explicar el impacto del *offshoring* en los mercados de trabajo desde modelos macroeconómicos, un segundo grupo de estudios trata de analizar el mismo problema desde una perspectiva microeconómica. Estos estudios suelen incluir aproximaciones empíricas realizadas con datos más desagregados (empresa, sector, ocupación).

Muchos de estos trabajos se han centrado en el análisis de si el impacto del *outsourcing* o del *offshoring* es diferente para los trabajadores cualificados (Canals, 2006; Ekholm y Hakkala, 2006; Geishecker y Gorg, 2008, 2013; Hijzen et al., 2005). Aunque estos estudios muestran diferentes estructuras analíticas y niveles de desagregación de los datos, en general, encuentran que los trabajadores altamente cualificados obtienen una prima salarial debido al *outsourcing* internacional, lo que ha incrementado la brecha entre los salarios de los trabajadores cualificados y los salarios de los trabajadores no cualificados en períodos recientes. Esto sugiere la existencia de una relación complementaria entre *outsourcing* internacional y empleo cualificado, aunque su significancia depende de aspectos como la movilidad laboral inter-industrial y la rigidez laboral, que también se ven influenciadas por las políticas públicas en los mercados laborales.

²³ El *offshoring* es costoso en el sentido de que realizar un trabajo a distancia requiere un mayor input que si la tarea se realiza en lugares cercanos, y las tareas difieren en sus costes de funcionamiento a distancia.

Entre este segundo grupo de estudios, cabe destacar aquellos que presentan un enfoque microeconómico. Este es el caso de los estudios de Amiti y Wei (2006), Criscuolo y Garicano (2010), y Crinò (2010), que parten de la existencia de una función de producción ampliada en la que se incorpora el *offshoring* o el *outsourcing*. Suponiendo que las empresas mantienen un comportamiento optimizador, se obtiene una función de demanda de trabajo que es la ecuación a estimar en la parte empírica. Este será el enfoque de este estudio²⁴. Sin embargo, se seguirá una perspectiva de empresa en lugar de una perspectiva de industria, y se tratará de alcanzar una mayor especificidad en el análisis de la relación entre la demanda laboral y el *offshoring*, utilizando la información sobre el *offshoring* de las actividades en I+D de las empresas españolas. Adicionalmente, se tendrán en cuenta el sector al que pertenecen las empresas y el tipo de tecnología que utilizan, distinguiéndose entre trabajadores cualificados y no cualificados, y analizando específicamente el efecto del *offshoring* sobre la demanda de investigadores para llevar a cabo internamente actividades de I+D.

5.3. Modelo y datos

5.3.1. El modelo

Dada la información disponible en la base de datos PITEC, la metodología utilizada consiste en la estimación de una función de demanda de trabajo condicional en la que el *offshoring* aparece como un factor determinante adicional. Este enfoque está en consonancia con muchos trabajos que, desde Griliches (1979, 1995), estiman el impacto de actividades de I+D en la productividad con datos a nivel empresarial a partir de una función de producción estándar aumentada con algún tipo de *input* tecnológico²⁵. En este caso, la función de producción de la empresa incluye como inputs adicionales el *offshoring* de I+D y las actividades internas de innovación. En particular, la función de producción de la empresa *i* en la industria *j* se escribe como sigue:

²⁴ En el siguiente apartado se realiza una exposición más detallada.

²⁵ Griffith et al. (2006) siguen este enfoque para proporcionar evidencia sobre las compras de tecnología de los EE. UU. La OECD (2007) también utiliza un modelo similar para medir el impacto sobre la demanda de trabajo de externalizar la producción en el extranjero. El modelo se estima utilizando datos sectoriales para 12 países de la OECD para los años 1995 y 2000. Castellani y Pieri (próxima publicación) también parten de un enfoque similar para estudiar el impacto del *offshoring* de I+D sobre el crecimiento de la productividad de las regiones europeas.

$$Y_{ij} = A_{ij}(oss_{ij}, inn_{ij})F_{ij}(L_{ij}^{R\&D}, L_{ij}^O, K_{ij}, M_{ij}, S_{ij}), \quad [1]$$

donde Y representa la producción que está en función del trabajo, $L=L^{R\&D}+L^O$, del capital físico, K , de los materiales, M , y de los servicios utilizados como *inputs*, S . Como se trata de analizar el impacto del *offshoring* de I+D en mano de obra cualificada, se distingue entre los investigadores dedicados a actividades de I+D, $L^{R\&D}$, que por definición son trabajadores altamente cualificados, y otros empleados, L^O . A representa el cambio tecnológico, el cual está en función del *offshoring* en servicios, oss , y también de las actividades de innovación desarrolladas internamente por la empresa, inn .

Como se mencionó anteriormente, en este capítulo el concepto de *offshoring* de servicios se refiere específicamente a las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo en el extranjero, es decir, la compra de servicios de I+D a proveedores extranjeros, los cuales pueden ser empresas de un mismo grupo, empresas fuera del grupo, instituciones públicas, universidades, etc. Se denomina a este concepto *offshoring* de I+D, que es diferente de las actividades de innovación desarrolladas internamente por la empresa²⁶, inn en la ecuación [1].

Como en Amiti y Wei (2006), en el presente trabajo se asume que el proceso de minimización de costes ocurre en dos etapas: en la primera, la empresa elige la cantidad de factores productivos tradicionales, y en la segunda etapa elige la proporción bienes y servicios que se van a importar²⁷. También se supone que todas las empresas en una misma industria enfrentan idénticos precios para los *inputs*, incluidos los *inputs* importados y el capital físico. En este contexto, la función de demanda condicional de trabajadores de I+D se puede expresar como:

$$L_{ij}^{R\&D} = g_j(w_j, oss_{ij}, inn_{ij}, Y_{ij}) / A_j(oss_{ij}, inn_{ij}), \quad [2]$$

donde $w_j = (w_j^R, w_j^O, r_j, q_j^m, q_j^s)$ es el vector de precios de los factores productivos que corresponden, respectivamente, a los salarios de los investigadores, a los salarios del

²⁶En particular, este concepto incluye el gasto en las actividades internas de I+D (sin tener en cuenta la retribución a los investigadores para evitar la doble contabilidad), el *outsourcing* doméstico en I+D y otros gastos de innovación.

²⁷Además, el coste fijo de la importación de consumos intermedios puede variar según la industria. Como Amiti y Wei (2006) justifican, el nivel de sofisticación de los *inputs* es diferente para cada industria, y por lo tanto implica diferentes niveles de costes de búsqueda.

resto de los empleados, a la tasa de rentabilidad del capital, y a los precios de los bienes y servicios que se utilizan en la producción.

Como es común en los estudios empíricos (Hamermesh, 1993; Criscuolo y Garicano, 2010; Crinò, 2010), esta ecuación de demanda de trabajo condicional será estimada usando la siguiente especificación log-lineal:

$$\ln L_{ij}^{R\&D} = \beta_0 + \beta'_w \ln w_j + \beta_{0s} \ln oss_{ij} + \beta_{inn} \ln inn_{ij} + \beta_Y \ln Y_{ij} + \beta'_x X_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad [3]$$

Donde X representa un vector de variables de control que será explicado más adelante y ε_{ij} es un residuo con las propiedades habituales. En esta función de demanda condicional, si el *offshoring* de I+D aumenta la productividad, se esperaría un efecto negativo sobre la demanda de empleo en I+D, ya que serían necesarios menos *inputs* para obtener la misma cantidad de producción.

Alternativamente, si en la ecuación [2] se sustituye el nivel de producción por la oferta maximizadora del beneficio de la empresa, que es también una función del *offshoring*, se obtiene la siguiente función de demanda de trabajo en I+D,:

$$L_i^{R\&D} = g_j(w_j, oss_i, inn_{ij}, p_i) / A_j(oss_i, inn_{ij}), \quad [4]$$

que en términos de la especificación log-lineal será equivalente a:

$$\ln L_{ij}^{R\&D} = \beta_0 + \beta'_w \ln w_j + \beta_{os} \ln oss_{ij} + \beta_{inn} \ln inn_{ij} + \beta_p \ln p_{ij} + \beta'_x X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad [5]$$

La forma en que el *offshoring* afecta a la demanda de trabajo en esta ecuación no es identificable fácilmente, y, además, es una de las principales preguntas que trata de responder este estudio. En línea con los argumentos de Amity y Wei (2006), el *offshoring* de I+D podría afectar a la demanda de investigadores a través de tres canales principales:

- Efecto sustitución a través del precio de los servicios importados. Una caída en ese precio daría lugar a una reducción en la demanda de los investigadores si el trabajo en I+D y los servicios en I+D fueran sustitutos estratégicos. Sin embargo, el efecto podría ser el opuesto si son complementarios.

- Efecto vía productividad, si el *offshoring* de I+D conduce a mejoras en la eficiencia. Las empresas pueden producir la misma cantidad de producto con menos *inputs*, reduciendo su demanda de mano de obra.
- Un efecto escala: si el aumento de *offshoring* de I+D hace que la empresa sea más eficiente y competitiva, la demanda de sus productos aumenta y, como consecuencia, la empresa también contrata más empleados.

El efecto neto del *offshoring* de I+D a través de estos tres canales se capturará en el coeficiente β_{os} . A nivel de empresa no es fácil predecir qué efecto será el efecto predominante y, de hecho, esta es una de las principales preguntas que el estudio pretende responder empíricamente.

5.3.2. Descripción de la base de datos y las principales variables

El análisis empírico se realiza con la información proporcionada en el PITEC, para el período comprendido entre 2004 y 2009. Como ya se ha comentado con anterioridad, esta base de datos contiene micro-datos sobre las actividades de innovación de las empresas españolas y sus condiciones para la investigación científica. Aunque el PITEC incluye una muestra de empresas que no realizan actividades tecnológicas, teniendo en cuenta el objetivo de este estudio, el análisis se circunscribe a la muestra de empresas innovadoras, es decir, a las empresas que tienen gastos en innovación durante el período.

Esta base de datos permite estudiar el *offshoring* de uno de los *inputs* más intensivos en conocimiento: Las actividades de I+D. La base de datos incluye información sobre la I+D realizada dentro de la empresa (I+D interna) o fuera de la empresa a través de un contrato o un acuerdo (I+D externa). Además, la compra de servicios de I+D puede tener lugar en España o en el extranjero, y los proveedores pueden ser empresas del mismo grupo (si la empresa pertenece a un grupo empresarial), otras empresas, instituciones públicas, universidades, etc. Teniendo esto en cuenta, se utiliza el término *outsourcing* de I+D para referirse a la compra de servicios de I+D (sin impuestos) a empresas u otras organizaciones, excluyendo las compras a empresas del mismo grupo (si la empresa pertenece a uno) y el término *offshoring* (*oss*) de I+D para referirse a la compra de

servicios de I+D en el extranjero, independientemente de la ubicación del proveedor. El *outsourcing* internacional será parte de ambos conceptos.

Alrededor del 7% de las empresas del PITEC contratan actividades *offshoring* de I+D en el extranjero durante el período analizado. En el sector manufacturero el *offshoring* de I+D es mayor que en el sector servicios: el 8% de las empresas manufactureras compran servicios de I+D en el extranjero, mientras que para las empresas de servicios este porcentaje es del 5%. Entre *offshorers* en I+D, alrededor del 74% pertenecen al sector manufacturero, y el 26% al sector servicios. Estos porcentajes se mantienen prácticamente constantes en el tiempo.

Además, la presencia de *offshorers* en I+D es mayor en los sectores de alta y media tecnología (Cuadro 5.1). Como señalan Añón et al. (2010), a diferencia de los sectores de baja tecnología, las empresas con altos niveles de intensidad de capital o las grandes empresas son más propensas a contratar en el extranjero servicios de alta tecnología debido a su capacidad para gestionar flujos de capital, flujos de caja y beneficios en otros países.

Cuadro 5.1. Existencia de *offshoring* de I+D por actividad y tecnología

Actividad	Clase de tecnología	<i>Offshorers</i> de I+D	No <i>offshorers</i> de I+D	Total
Servicios	Baja	8.672 (96%)	319 (4%)	8,991
	Alta-media	5.548 (94%)	378 (6%)	5,926
	<i>Total</i>	<i>14.220 (95%)</i>	<i>697 (5%)</i>	<i>14,917</i>
Manufacturas	Baja	10.216 (94%)	701 (6%)	10,917
	Alta-media	12.712 (91%)	1.229 (9%)	13,941
	<i>Total</i>	<i>22.928 (92%)</i>	<i>1.930 (8%)</i>	<i>24,858</i>
Total		37.148 (93,4%)	2.627 (6,6%)	39.775

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Nota: Se muestra el número de observaciones en la muestra. Entre paréntesis se indican los porcentajes sobre el total de cada fila. Véase la correspondencia de las actividades de alta-media y baja tecnología con los códigos de la clasificación NACE Rev.2 a dos dígitos en el Apéndice 5.1

La información incluida en el PITEC también permite distinguir qué parte del total del empleo en la empresa corresponde a los investigadores dedicados a actividades de I+D. El término investigador se refiere específicamente a los profesionales que trabajan en la creación de nuevos conceptos, productos o procesos, métodos y sistemas, y en la gestión de los respectivos proyectos²⁸. En este estudio, el empleo en I+D ($L^{R\&D}$) mide la demanda de mano de obra altamente cualificada. En la muestra, la demanda de investigadores en las empresas de manufacturas (3,6) es la mitad que en las empresas de servicios (7,1).

En cuanto a los salarios, el salario medio de los investigadores (w^R) se ha obtenido del PITEC como el cociente entre el total de remuneraciones a los investigadores y el empleo en I+D.²⁹ Como se puede observar en el Cuadro 5.2, independientemente del sector de actividad, el salario medio de los investigadores es más alto en las empresas con más de 200 empleados. En particular, los salarios más altos se obtienen por los investigadores que trabajan en grandes empresas que llevan a cabo *offshoring* y operan en sectores de servicios de alta y media tecnología. En este caso, el salario medio es 47,5% más que el de los trabajadores de empresas con características similares en el sector manufacturero.

Cuadro 5.2. Salario medio (en miles de €) de los investigadores por estrategia de *offshoring*, actividad y tamaño

	PYMES (menos de 200 empleados)			Grandes empresas (200 empleados o más)		
	Total	Sin <i>offshoring</i> de I+D	Con <i>offshoring</i> de I+D	Total	Sin <i>offshoring</i> de I+D	Con <i>offshoring</i> de I+D
Servicios	46.078	45.793	51.189	63.570	62.727	77.522
Alta-media tecnología	43.531	42.981	51.063	77.367	75.657	99.856
Manufacturas	47.511	47.237	52.799	63.600	61.156	74.253
Alta-media tecnología	48.928	48.599	54.535	64.676	63.792	67.688
Total	46.937	46.650	52.340	63.110	61.192	74.548

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

²⁸ Se excluyen de este concepto los técnicos o auxiliares en tareas administrativas relacionadas con las actividades I+D.

²⁹ Se han utilizado los índices de precios sectoriales para homogeneizar las magnitudes monetarias de los diferentes años. El año 2007 es el año de referencia. En el caso de los salarios, se utilizan los índices armonizados de costes laborales por clase de actividad proporcionados por el INE.

Las definiciones del resto de las variables incluidas en el modelo teórico son las siguientes: Los gastos de innovación internos (*inn*) se obtienen mediante la suma de los gastos en I+D interna (excluyendo las remuneraciones al empleo en I+D), del *outsourcing* doméstico en I+D y de otros gastos de innovación (adquisición de máquinas, servicios y equipos, adquisición de conocimiento externo, preparación para la producción y distribución, la formación y la introducción de innovaciones). Para las empresas manufactureras, la producción total (*Y*) se obtiene de las ventas deflactadas mediante índices sectoriales de precios publicados por el Instituto Español de Estadística.³⁰

Debido a que la base de datos no contiene información sobre los costes laborales totales, como *proxy* de los *salarios de otros empleados* (w^0), se utiliza el salario medio de los técnicos y auxiliares en tareas administrativas relacionadas con las actividades en I+D. Estos trabajos tienen un menor nivel de cualificación. Se ha preferido utilizar esta *proxy* en lugar de datos referidos a niveles de salarios por ocupación al no disponerse de esa información a un nivel suficientemente desagregado. No obstante, es importante recordar que también puede existir una brecha de cualificación más o menos importante entre técnicos y auxiliares en I+D y una parte significativa del resto de empleados, por lo que el impacto de esta variable debe interpretarse con cautela. Se asume que los precios de los productos y el resto de los precios de los *inputs* son los mismos para todas las empresas de la misma industria. Esto es equivalente a la introducción de *dummies* sectoriales en el modelo.³¹

Adicionalmente, como variables de control se incluyen variables dicotómicas que reflejan si la empresa es exportadora, pertenece a un sector de actividad de alta o media tecnología, cuenta con más del 50% de capital extranjero o es una empresa grande. Como señalan Bernand et al. (2007), los exportadores son más grandes, más productivos, más intensivos en capital y en conocimientos y pagan salarios más altos que los no exportadores; y Mayer y Ottaviano (2008) sugieren que las empresas que realizan

³⁰ No hay ninguna serie de índices de precios sectoriales para las actividades de servicios con un nivel de desagregación sectorial necesario para el análisis.

³¹ Cuando el modelo se estima como un modelo de efectos fijos de datos de panel utilizando un estimador intra-grupos, estas variables *dummies* desaparecen, por lo que no habría en el modelo variables que recogieran el efecto de estos precios. No obstante este supuesto es el mismo que hacen Amiti y Wei (2006) en su estudio sobre la industria de Estados Unidos para el período comprendido entre los años 1992 a 2003.

inversión extranjera directa obtienen mejores resultados que los exportadores. Además, en muchos países existe una correlación entre las empresas que importan *inputs* intermedios y las que exportan (Bernand et al., 2007). Por lo tanto, el carácter exportador de una empresa reflejará indirectamente el *offshoring* de los *inputs* intermedios manufacturados, que es una variable omitida en el modelo ya que no hay información al respecto en la base de datos.

En cuanto al tamaño de la empresa, siguiendo la teoría del capital humano (Hamermesh, 1980, 1993; Kremer, 1993; Dunne y Schmitz, 1992), los trabajadores más cualificados serían empleados por grandes empresas debido a aspectos como la complementariedad entre el capital físico y humano, las ventajas de agrupar trabajadores cualificados con otros trabajadores cualificados y la mejor capacidad para amortizar los costes fijos asociados a la contratación de trabajadores cualificados. Además, como muestran los modelos de salarios de eficiencia, dado que los costes de monitorización son más altos en las grandes empresas, sería preferible para ellas contratar a trabajadores cualificados, pagar buenos salarios y crear buenas condiciones de trabajo como una forma de evitar la búsqueda constante de trabajadores y como un incentivo para que los empleados permanezcan en la empresa (Bulow y Summers, 1986).

En el Cuadro 5.3 se muestran los descriptivos de las principales variables utilizadas en las estimaciones. Cerca del 62% de las empresas son exportadoras, con el porcentaje más alto las manufacturas que en los servicios. Además, en casi el 10% de las empresas la presencia de capital extranjero supera al 50% de la propiedad.³²

³² Véase una descripción más detallada de todas las variables en el Apéndice 5.2.

Cuadro 5.3. Promedio en la muestra de las principales variables

Variables	Total de empresas	Empresas de manufacturas	Empresas de servicios
Gastos internos en innovación (<i>inn</i>) (en logaritmos)	11,8	11,8	11,8
Exportadoras ^d (% de observaciones)	61,9	77,5	35,0
Capital extranjero ^d (% de observaciones)	10,7	13,2	6,5
Sector de actividad de alta-media tecnología ^d (% de observaciones)	53,6	59,1	45,3
Cooperación tecnológica internacional (% de observaciones)	15,5	15,1	16,5
Empresas grandes ^d (% de observaciones)	18,9	20,6	16,1
Producción (<i>Y</i>) (en logaritmos)	-	16,2	-
Proporción de ayuda extranjera para I+D (%)	0,06	0,02	0,12
Cantidad de ayuda extranjera para I+D (en logaritmos)	0,04	0,01	0,08
Empleo en I+D ($L^{R\&D}$)	4,8	3,6	7,1
Empleo en I+D ($L^{R\&D}$) (en logaritmos)	0,36	0,21	0,62
<i>Offshorer</i> en I+D ^d (% de observaciones)	6,9	7,7	5,3
<i>Offshoring de I+D</i> (<i>oss</i>) (en logaritmos)	0,77	0,89	0,59
Empleo total (<i>L</i>) (número de empleados)	236,7	180,7	340,4
Salarios de investigadores (w^R) (en logaritmos)	10,6	10,7	10,6
Salarios de otros empleados (w^O) (en logaritmos)	8,0	8,3	7,4
Número de observaciones	33.134	20.893	11.920

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia

Nota: d = variable *dummy*

5.4. Resultados

En esta sección, se presenta la evidencia obtenida a partir de la estimación de la función de demanda de trabajo en la ecuación [5]. Debido a la especificación log-lineal de la función de demanda, los coeficientes estimados de las variables explicativas continuas pueden ser interpretados como elasticidades.

Dada la estructura de panel de los datos, se ha estimado el modelo asumiendo alternativamente un modelo de efectos fijos (*Fixed Effects*, o FE) y un modelo de efectos aleatorios (*Random Effects*, o RE), y se utiliza el test de Hausman para elegir entre ellos. Como es bien sabido, en el modelo FE la distribución de la heterogeneidad no observada no está restringida, y no se hace ningún supuesto respecto a la estructura de correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas, ya que los primeros se tratan

como parámetros a estimar de manera diferente para cada empresa. Sin embargo, en un modelo de efectos aleatorios se deben hacer supuestos sobre la distribución de la heterogeneidad no observada, y esto es difícil de establecer especialmente cuando los efectos no observables están correlacionados con otras variables explicativas.

Los coeficientes del modelo FE se han obtenido utilizando un estimador intra-grupos, mientras que los coeficientes del modelo RE provienen del estimador de Mínimos Cuadrados Generalizados (*Generalized Least Squares*, o GLS). En ambos casos, se evalúa previamente el supuesto de normalidad de los errores, constatándose que existe heterocedasticidad y autocorrelación de primer orden.³³ Para corregir estos problemas, se utilizan estimadores con Errores Estándar Corregidos para Panel (*Panel Corrected Standard Errors*, o PCSE).³⁴

Además, nótese que en el planteamiento del modelo teórico se considera que la empresa minimiza los costes en dos etapas: en primer lugar, elige la cantidad de *inputs* tradicionales, y después elige la proporción en la que va a importar de bienes y de servicios. Sin embargo, estas decisiones pueden ser simultáneas. Para controlar la endogeneidad potencial del *offshoring* de I+D, también se estima el modelo utilizando enfoques variables instrumentales. En particular, se consideran dos variables suplementarias como instrumentos: una variable *dummy* que capta la existencia de acuerdos tecnológicos con socios extranjeros (cooperación tecnológica internacional), y el porcentaje de gastos en I+D internos financiados por empresas extranjeras (proporción de ayuda extranjera para I+D). El test de sobre-identificación de Sargan se utiliza para ver la validez de estos instrumentos en cada especificación.

El Cuadro 5.4 presenta los resultados de los modelos FE y RE sin instrumentar, así como las estimaciones con variables instrumentales por mínimos cuadrados en dos etapas (*Fixed Effects Two-Stage Least Squares* o FE2SLS, y *Random Effects Two-Stage Least Squares* o RE2SLS, respectivamente). También se presentan los correspondientes al

³³En todos los casos, se utiliza un test de Wald modificado para evaluar si existe heteroscedasticidad, rechazándose la hipótesis nula de varianza constante. Además, un test de Wooldridge confirma la presencia de autocorrelación de primer orden. Véase Apéndice 5.3.

³⁴ Se emplea el comando "xtpcse" en Stata.

modelo de componente del error (*Error Component Two-Stage Least Squares* o EC2SLS) de Baltagui (2008).³⁵

**Cuadro 5.4. Demanda de investigadores (en logaritmos).
Total de empresas innovadoras**

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,009*** (0,001)	0,025*** (0,002)	0,078*** (0,013)	0,128*** (0,011)	0,239*** (0,013)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,052*** (0,002)	0,124*** (0,002)	0,047*** (0,002)	0,061*** (0,002)	0,054*** (0,003)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,125*** (0,006)	-0,106*** (0,006)	-0,127*** (0,005)	-0,125*** (0,005)	-0,131*** (0,006)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,033*** (0,001)	-0,035*** (0,001)	-0,034*** (0,001)	-0,033*** (0,001)	-0,034*** (0,001)
Empresas grandes		0,440*** (0,015)		0,441*** (0,028)	0,380*** (0,038)
Exportadoras		0,091*** (0,008)		0,147*** (0,022)	0,128*** (0,030)
Capital extranjero		0,107*** (0,016)		0,035 (0,035)	-0,073 (0,047)
Empresas manufactureras		-0,217*** (0,013)		-0,236*** (0,029)	-0,271*** (0,039)
Manufacturas de alta-media tecnología		0,258*** (0,010)		0,235*** (0,025)	0,230*** (0,034)
Servicios de alta-media tecnología		0,457*** (0,018)		0,457*** (0,032)	0,443*** (0,044)
Test de Hausman (<i>p-value</i>)		0,000		0,000	0,0000
Test de significación conjunta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
Test de Sargan (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=2,5$ 0,114	$\chi^2(1)=4,9$ 0,027	
Número de observaciones	33.138	33.138	31.718	33.174	33.174

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Notas: Errores estándar estimados entre paréntesis. Coeficientes significativos al: *** 1%, ** 5%, * 10%. Todas las regresiones incluyen la constante. El test de Hausman reporta el *p-value* bajo la hipótesis nula de que los efectos no observados de las empresas no están correlacionados con los regresores. El test de significación conjunta de las variables indica el *p-value* del test de Wald, excepto en el caso de las estimaciones FE2SLS, donde *p-value* corresponde al F-test. Los instrumentos utilizados son la proporción de ayuda extranjera para la I+D y el indicador de cooperación tecnológica internacional.

³⁵ El EC2SLS de Baltagi es un promedio ponderado entre 2SLS y FE2SLS, y por lo tanto proporciona también estimaciones para las variables invariantes en el tiempo. Véase Baltagi (2008), capítulo 7, sección 7.1.

Cuando se consideran los modelos sin variables instrumentales (columnas FE y RE), el test de Hausman confirma la existencia de correlación entre las variables explicativas observables y los efectos individuales de la empresa, por lo que los coeficientes del modelo RE serían inconsistentes, mientras que los del modelo FE son consistentes en el supuesto de exogeneidad estricta de variables independientes. Sin embargo, como la mayoría de las variables de control son invariantes en el tiempo y desaparecen en el estimador intragrupos (*within*), en el estudio se mantienen los resultados del modelo RE para tener una intuición sobre su impacto en la demanda de trabajo de los investigadores³⁶.

En ambos casos, el *offshoring* de I+D tiene un efecto positivo sobre la demanda de los investigadores. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, se requiere cautela al interpretar este resultado como una relación causal entre el *offshoring* de I+D y la demanda de trabajo de I+D: el coeficiente estimado podría estar sesgado al alza si estas variables son determinadas simultáneamente por la empresa. Sin embargo, las estimaciones de los procedimientos de variables instrumentales (columnas FE2SLS, RE2SLS y EC2SLS) confirman la existencia de una relación positiva, estando la elasticidad entre 0,08 y 0,24, dependiendo de los supuestos acerca de los errores. En particular, el coeficiente del modelo FE2SLS implica que si se duplican el *offshoring* de I+D, la demanda de investigadores se incrementaría alrededor del 8%.

Por lo tanto, para esta clase específica de empleo altamente cualificado, la evidencia sobre el impacto del *offshoring* de I+D parece sugerir la existencia de una asociación positiva entre el empleo en I+D y los servicios de I+D importados. Esto es consistente con la hipótesis de que ambos son complementos estratégicos, y también con la prevalencia de un efecto escala: un aumento del *offshoring* haría a la empresa más eficiente y competitiva, aumentando la demanda de su producción y de todas las clases de empleo. El resultado está también en línea con la evidencia empírica previa que, con otros niveles de agregación de los datos, sugiere que el *offshoring* en servicios incrementa el empleo altamente cualificado (Crinò, 2010).

³⁶ Además, se ha realizado una estimación del modelo RE incluyendo variables *dummies* por sectores a 2-dígitos de la clasificación NACE Rev. 2 y los principales resultados no cambian. Estos resultados se muestran en el Apéndice 5.4.

En cuanto al resto de las variables, como era de esperar el salario medio de los investigadores tiene un impacto negativo en su demanda, con una elasticidad cercana al $-0,13$. Los salarios de otros empleados también tienen una relación negativa con el empleo de investigadores, aunque la magnitud de esta elasticidad es menor. Los gastos internos en innovación tienen un efecto positivo en el empleo en I+D, lo cual es coherente con Trefler (2005), que indica que en los últimos años se ha producido un rápido crecimiento en servicios que implican simultáneamente innovación, procesos intensivos en tecnología y empleo de trabajadores de cuello blanco.

Todas las variables de control se comportan de acuerdo con las predicciones de la teoría económica. Cuando se tienen en cuenta las variables que aparecen en las estimaciones de RE, se observa que los exportadores, las empresas en los sectores de alta y media tecnología, especialmente en las actividades de servicios, y las multinacionales y empresas grandes tienden a contratar más investigadores. Además, la variable *dummy* para las empresas manufactureras refleja que esta clase de empresa exige menos empleo en I+D.

Como se ha argumentado anteriormente, autores como Jensen (2009) señalan que durante la última década el *offshoring* se ha redirigido desde las manufacturas a los servicios. Por esa razón, más adelante se analizan los resultados por separado del sector manufacturero y del sector servicios (Cuadros 5.5 y 5.6). En ambas muestras todas las variables explicativas conservan en general sus signos y grado de significatividad con respecto a las estimaciones anteriores.

Además, cuando solo se analizan las empresas del sector servicios, la elasticidad de la demanda de investigadores respecto al *offshoring* de I+D es mayor que en toda la muestra. En este caso, si se duplica el *offshoring* de I+D, aumenta la demanda de investigadores en torno al 11% (véase la columna FE2SLS en el Cuadro 5.5). Una vez más, esto sugiere que la demanda de mano de obra puede verse afectada a través del efecto escala o que la mano de obra en I+D y los servicios de I+D importados son complementarios dentro de la empresa.

Cuadro 5.5. Demanda de investigadores (en logaritmos)
Empresas de servicios

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,013*** (0,003)	0,029*** (0,003)	0,106*** (0,032)	0,196*** (0,029)	0,360*** (0,036)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,073*** (0,005)	0,165*** (0,005)	0,066*** (0,005)	0,082*** (0,005)	0,070*** (0,007)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,162*** (0,013)	-0,161*** (0,013)	-0,161*** (0,010)	-0,160*** (0,010)	-0,162*** (0,014)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,041*** (0,001)	-0,042*** (0,002)	-0,041*** (0,002)	-0,040*** (0,002)	-0,040*** (0,002)
Empresas grandes		0,380*** (0,029)		0,417*** (0,055)	0,485*** (0,080)
Exportadoras		0,134*** (0,016)		0,175*** (0,044)	0,121 (0,063)
Capital extranjero		0,057*** (0,033)		-0,078 (0,084)	-0,247* (0,119)
Alta-media tecnología		0,428 *** (0,018)		0,423*** (0,042)	0,415*** (0,060)
Test de Hausman (<i>p-value</i>)		0,000		0,075	0,000
Test de significación conjunta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Test de Sargan (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=1,9$ 0,167	$\chi^2(1)=4,1$ 0,044	
Número de observaciones	11.922	11.922	11.258	11.925	11.925

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Ver notas del Cuadro 5.4.

La misma relación positiva se obtiene en la muestra de empresas manufactureras (Cuadro 5.6). Sin embargo, en este caso la elasticidad de la demanda de investigadores respecto al *offshoring* de I+D es la mitad que en el caso de las empresas de servicios, mostrando que la demanda de mano de obra altamente cualificada es más sensible a cambios en *offshoring* en este último sector. Esto probablemente se debe a la naturaleza de los servicios *offshoring* que se están considerando en este estudio.

Cuadro 5.6. Demanda de investigadores (en logaritmos)
Empresas manufactureras

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,007*** (0,001)	0,024*** (0,002)	0,056*** (0,012)	0,094*** (0,010)	0,181*** (0,011)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,039*** (0,002)	0,099*** (0,003)	0,036*** (0,002)	0,051*** (0,002)	0,046*** (0,003)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,107*** (0,006)	-0,080*** (0,006)	-0,110*** (0,005)	-0,105*** (0,005)	-0,111*** (0,006)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,027*** (0,001)	-0,028*** (0,001)	-0,028*** (0,001)	-0,028*** (0,001)	-0,028*** (0,001)
Empresas grandes		0,482*** (0,017)		0,520*** (0,028)	0,418*** (0,040)
Exportadoras		0,060*** (0,009)		0,121*** (0,022)	0,111*** (0,030)
Capital extranjero		0,128*** (0,017)		-0,003 (0,018)	-0,045* (0,023)
Alta-media tecnología		0,265*** (0,010)		0,248*** (0,019)	0,247*** (0,025)
Test de Hausman (<i>p-value</i>)		0,000		0,000	0,000
Test de significación conjunta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Test de Sargan (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=3,3$ 0,070	$\chi^2(1)=3,1$ 0,080	
Número de observaciones	21.216	21.216	20.422	21.249	21.249

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Ver notas del Cuadro 5.4.

Para estudiar esta cuestión con mayor profundidad, las estimaciones del Cuadro 5.7 dividen la muestra de empresas de servicios en dos sub-muestras, una para las empresas que trabajan específicamente en el sector de la investigación científica y el desarrollo, y otro para el resto de las empresas de servicios³⁷.

De acuerdo con este criterio, los resultados demuestran que la elasticidad de la demanda de investigadores respecto al *offshoring* de I+D es mayor cuando se excluyen del análisis las empresas del sector de servicios I+D. Sin embargo, en esta última industria, la asociación es mucho más débil e incluso desaparece en el modelo FE2SLS. Esto sugiere que para las actividades de I+D en las empresas el efecto escala podría ser parcialmente compensado por una relación de sustitución entre ambos *inputs*.

³⁷Por simplicidad, en este caso solo se muestran los resultados obtenidos por variables instrumentales.

**Cuadro 5.7. Demanda de investigadores (en logaritmos).
Empresas de servicios**

	Excluyendo empresas de servicios de I+D			Sólo empresas de servicios de I+D		
	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,137** (0,044)	0,224*** (0,037)	0,389*** (0,044)	0,054 (0,038)	0,088* (0,037)	0,108** (0,036)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,060*** (0,005)	0,079*** (0,005)	0,070*** (0,007)	0,139*** (0,016)	0,174*** (0,016)	0,170*** (0,016)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,161*** (0,011)	-0,155*** (0,011)	-0,161*** (0,014)	-0,188*** (0,027)	-0,192*** (0,028)	-0,190*** (0,029)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,043*** (0,002)	-0,043*** (0,002)	-0,043*** (0,002)	-0,023*** (0,004)	-0,021*** (0,005)	-0,021*** (0,005)
Empresas grandes		0,346*** (0,046)	0,397*** (0,063)		1,904*** (0,235)	1,892*** (0,247)
Exportadoras		0,130*** (0,037)	0,096 (0,051)		0,336** (0,13)	0,328* (0,136)
Capital extranjero		-0,001 (0,074)	-0,131 (0,098)		-0,413 (0,290)	-0,489 (0,306)
Alta-media tecnología		0,238*** (0,036)	0,262*** (0,050)			
Test de Hausman (<i>p-value</i>)		0,010	0,000		0,636	0,862
Test de significación conjunta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Test de Sargan (<i>p-value</i>)	$\chi^2(1)=0,8$ 0,371	$\chi^2(1)=0,1$ 0,724		$\chi^2(1)=0,2$ 0,635	$\chi^2(1)=2,0$ 0,161	
Número de observaciones	9.560	10.220	10.220	1.685	1.705	1.705

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Ver notas del Cuadro 5.4.

Por último, en el Cuadro 5.8 se presentan los resultados de estimar la demanda condicional de investigadores, ecuación [3], en el sector manufacturero, dado que es el único sector en el que se disponen de índices de precios que permiten calcular una medida de producción de la empresa en términos reales. Con esta estimación se pretende distinguir la presencia del efecto escala mencionado anteriormente de la asociación de complementariedad potencial entre el empleo en I+D y los servicios de I+D importados. Como se puede ver en el Cuadro 5.8, después de añadir la producción a la especificación, el efecto del *offshoring* de I+D sobre la demanda de investigadores sigue siendo positivo y significativo, aunque la elasticidad es menor. Esto confirmaría que son complementarios para las empresas manufactureras.

**Cuadro 5.8. Demanda condicional de investigadores (en logaritmos).
Empresas manufactureras**

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,006*** (0,001)	0,022*** (0,002)	0,054*** (0,012)	0,089*** (0,010)	0,166*** (0,011)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,038*** (0,002)	0,087*** (0,003)	0,035*** (0,002)	0,048*** (0,002)	0,043*** (0,003)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,109*** (0,006)	-0,095*** (0,006)	-0,112*** (0,005)	-0,110*** (0,005)	-0,115*** (0,007)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,028*** (0,001)	-0,030*** (0,001)	-0,028*** (0,001)	-0,028*** (0,001)	-0,029*** (0,001)
Empresas grandes		0,289*** (0,018)		0,346*** (0,030)	0,271*** (0,042)
Exportadores		0,016 (0,010)		0,065** (0,022)	0,062* (0,029)
Capital extranjero		0,059** (0,017)		-0,023 (0,018)	-0,059** (0,022)
Alta-media tecnología		0,297*** (0,010)		0,266*** (0,019)	0,270*** (0,024)
Producción (en logaritmos)	0,048*** (0,008)	0,097*** (0,004)	0,047*** (0,007)	0,073*** (0,005)	0,068*** (0,008)
Test de Hausman(<i>p-value</i>)		0,000		0,000	0,000
Test de significación conjunta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Test de Sargan (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=2,5$ 0,111	$\chi^2(1)=2,0$ 0,158	
Número de observaciones	20.895	20.895	20.112	20.926	20.926

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Ver notas del Cuadro 5.4.

Para comprobar la robustez, se han estimado nuevamente las regresiones presentadas en los Cuadros 5.4 a 5.8 usando medidas alternativas para los salarios y los gastos de innovación internos, y los resultados siguen siendo básicamente los mismos³⁸.

³⁸En particular, se ha considerado el salario medio en empleo en I+D relativo al salario medio de los trabajadores del sector en el que opera la empresa. También se han definido los gastos domésticos en innovación excluyendo no solo la remuneración de los investigadores, sino también la remuneración de los técnicos y auxiliares en las actividades de I+D.

5.5. Conclusiones

El proceso *offshoring* se ha producido de diferentes maneras a lo largo de los años. Antes de 1990, el objetivo de esta estrategia era principalmente reducir costes, especialmente en el sector manufacturero. En la primera década del nuevo milenio, este fenómeno se expandió a las actividades de servicios, especialmente con el desarrollo de las TIC, la explotación de nuevos mercados y el desarrollo de nuevos productos.

Todo ello ha propiciado un incremento de las investigaciones dedicadas a analizar las causas, los efectos y las tendencias de este fenómeno. Con respecto a los trabajos que estudian las consecuencias del *offshoring* en los mercados de trabajo, uno de los principales debates se ha centrado en cómo el *offshoring* de bienes y servicios afecta la demanda de trabajadores cualificados y no cualificados, o su impacto sobre los salarios y el bienestar.

El objetivo de este estudio es contribuir a este debate analizando el impacto del *offshoring* sobre la demanda de uno de los tipos de trabajo más cualificados: los investigadores que participan en actividades de I+D. Se examina un tipo particular de *offshoring*: las compras de servicios de I+D que las empresas nacionales contratan de proveedores extranjeros. Estas actividades altamente tecnológicas pueden tener un efecto más fuerte en la demanda de mano de obra cualificada. Para el análisis empírico se utilizan datos de empresas innovadoras españolas para el período 2004-2009.

Los resultados proporcionan evidencia de una relación positiva entre el *offshoring* de I+D y el empleo cualificado de las empresas españolas. En particular, las estimaciones de los procedimientos de variables instrumentales sugieren que si las empresas duplicaran el *offshoring* de I+D, su demanda de investigadores se incrementaría alrededor del 8%. Este resultado es consistente con la hipótesis de que ambos *inputs* son complementos estratégicos, y también con la existencia de un efecto escala: un aumento del *offshoring* de I+D hará que la empresa sea más eficiente, incrementando la demanda de su producción y de todos los tipos de empleo. Esta conclusión también está en línea con las anteriores pruebas empíricas realizadas con datos sectoriales que sugieren que el *offshoring* de servicios aumenta el empleo altamente cualificado (Crinò, 2010).

Además, se encuentra que la elasticidad en las empresas de servicios es el doble que en las empresas manufactureras. Sin embargo, como era de esperar dado el tipo específico de *offshoring* considerado en este estudio, la magnitud de la elasticidad es menor en la sub-muestra de empresas de servicios que realizan actividades de I+D. En este caso, el efecto escala podría ser parcialmente compensado por una relación de sustitución entre ambos *inputs*.

No obstante, estos resultados deben tomarse con cautela debido a las restricciones de información en la base de datos sobre precios de productos y de algunos factores productivos, no disponibles con el nivel de desagregación requerido. Los resultados serán más precisos, y el alcance de los mismos será mayor, en la medida que pueda incorporarse en el análisis dicha información desagregada a nivel de empresa, señalando una extensión natural de la investigación.

Desde el punto de vista de la contratación de investigadores, los gobiernos deben ser conscientes de que, dejando al margen las empresas de servicios de I+D, el *offshoring* de I+D realizado por empresas de otros sectores de manufacturas y servicios no constituye intrínsecamente una amenaza para el empleo cualificado nacional sino una oportunidad, hecho que puede ser capitalizado, siempre y cuando las políticas públicas incluyan programas que busquen reentrenar y cualificar mano de obra para realizar las tareas requeridas.

Referencias bibliográficas

- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Añon, D., Driffiel, N. y Temouri, Y. (2010): "The futures of Offshoring FDI in high-tech sectors", *Futures* 42, 960-970.
- Antràs, P. y Helpman, E. (2004): "Global Sourcing", *Journal of Political Economy* 112(3), 552-580.
- Baltagi, B.H. (2008): *Econometric Analysis of Panel data*, Fourth Edition, Chichester: John Wiley.
- Bernand, A. B., Jensen, J. B., Redding, S., y Schott, P. K. (2007): "Firms in International trade", *NBER Working paper* No. 13054.
- Bulow, J. y Summers, L. (1986): "A Theory of Dual Labor Markets, with Applications to Industrial Policy, Discrimination, and Keynesian Unemployment", *Journal of Labor Economics* 4, 376-414.
- Canals, C. (2006): "Outsourcing and your Collar's Color", *Working Paper Series* No. 03/2006, La Caixa.
- Castellani, D. y Pieri, F. (próxima publicación): "R&D offshoring and the productivity growth of European regions", *Research Policy*, DOI: 10.1016/j.respol.2013.05.009.
- Crinò, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77(2), 595-632.
- Criscuolo, C. y Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- Dunne, T. y Schmitz, J. (1992): "Wages, employer size-wage premia and employment structure: Their relationship to advanced-technology usage at U.S. manufacturing establishments", *Discussion Papers Center for Economic Studies CES 92-15*, Bureau of the Census.
- Ekholm, K. y Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor demand: Evidence from Sweden", *CEPR Discussion Papers* 5648.
- Feenstra, R. y Hanson, G. (1996): "Globalization, outsourcing and wage inequality", Working Paper 5424, National Bureau of Economic Research.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2008): "Winners and losers: A micro-level analysis of international outsourcing and wages", *Canadian Journal of Economics* 41(1), 243-270.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.

- Glass, A. y Saggi, K. (2001): "Innovation and wage effects of international *outsourcing*", *European Economic Review* 45, 67-86.
- Griffith, R., Harrison, R. y Van Reenen, J. (2006): "How special is the special relationship? Using the impact of U.S. R&D spillovers on U.K. firms as a test of technology sourcing", *The American Economic Review* 96(5), 1859-1875.
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- Griliches, Z. (1995): "R&D and productivity: econometric results and measurement issues". In: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford, 52-89.
- Grossman, G. y Rossi-Hansberg, E. (2008): "Trading Task: A Simple Theory of offshoring", *The American Economic Review* 98(5), 1978-1997.
- Hamermesh, D. S. (1980): "Commentary", in J. J. Siegfried (ed.): *The Economics of Firm Size, Market Structure and Social Performance*. Washington D.C.: Federal Trade Commission.
- Hamermesh, D.S. (1993): *Labor Demand*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Helpman, E. y Krugman, P.R. (1985): *Market Structure and Foreign Trade*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hijzen, A., Görg, H. y Hine, R.C. (2005): "International Outsourcing and the Skill Structure of Labor Demand in the United Kingdom", *Economic Journal* 115, 860-78.
- Jensen, P. (2009): "A learning perspective on the offshoring of advance service", *Journal of international Management* 15, 181-193.
- Kremer, M. (1993): "The O-Ring Theory of Economic Development", *The Quarterly Journal of Economics* 108, 551-75.
- Markusen, J. (2005): "Modeling the offshoring of white-collar services: from comparative advantage to the new theories of trade and FDI", Working Paper 11827, *National Bureau of Economic Research*.
- Mayer, T. y Ottaviano, G. (2008): "The Happy Few: The internationalization of European Firms", *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 43(3), 135-148.
- Metters, R. y Verma, R. (2008): "History of offshoring knowledge services", *Journal of Operations Management* 26, 141-147.
- OECD (2007): *Offshoring and Employment. Trends and Impacts*.
- OECD (2010): *OECD Economic Globalisation Indicators*.
- OECD (2011): *OECD Perspectives: Spain Policies for a sustainable recovery*.

Trefler, D. (2005): "Service offshoring: Threats and opportunities", *Brookings Trade Forum*, 35-60.

Apéndice 5.1: Correspondencia de las actividades de alta-media y baja tecnología con los códigos a dos dígitos de la clasificación NACE Rev. 2

NACE Rev. 2	Manufacturas de baja tecnología
10-12	Alimentación, bebidas y tabaco
13	Textil
14	Confección
15	Cuero y calzado
16	Madera y corcho
17	Cartón y papel
18	Artes gráficas y reproducción
19	Industrias del petróleo
22	Caucho y plásticos
23	Productos minerales no metálicos diversos
24	Metalurgia
32	Otras actividades de fabricación
31	Muebles
33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo
	Manufacturas de alta-media tecnología
20	Química
21	Farmacia
25	Manufacturas metálicas
26	Productos informáticos, electrónicos y ópticos
27	Material y equipo eléctrico
28	Otra maquinaria y equipo
29	Vehículos de motor
30	Otro equipo de transporte
	Servicios de baja tecnología
45-47	Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas
49-53	Transporte y almacenamiento
55-56	Hostelería
64-66	Actividades financieras y de seguros
68	Actividades inmobiliarias
69-71, 73-75	Otras actividades (excepto I+D)
77-82	Actividades administrativas y servicios auxiliares
85 (except 854)	Educación
86-88	Actividades sanitarias y de servicios sociales
90-93	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento
95-96	Otros servicios
	Servicios de alta-media tecnología
58-63	Otros servicios de información y comunicaciones
72	Servicios I+D

Apéndice 5.2: Definición de variables

A partir de la base de datos del panel de Innovación tecnológica (PITEC), desde los años 2004 a 2009, se construyen las siguientes variables:

Salario medio de los investigadores a nivel sectorial: se obtiene como el cociente entre la retribución de los investigadores y el número de investigadores. Para homogenizar los datos temporales, se deflacta la retribución a investigadores, utilizando el índice de Coste Laboral Armonizado. ICLA, Base 2008, secciones de la CNAE-09, tipo de coste y tipo de serie (datos provisionales). Publicado por el INE. Se asume como año base del deflactor el año 2007.

Salario medio de técnicos y auxiliares a nivel sectorial: se obtiene como el cociente entre la retribución a técnicos y auxiliares y el empleo de técnicos y auxiliares, utilizando el índice de Coste Laboral Armonizado, ICLA, Base 2008, secciones de la CNAE-09, tipo de coste y tipo de serie (datos provisionales). Publicado por el INE, se asume como año base del deflactor el año 2007.

Gastos internos en innovación (*inn*): gastos en actividades de I+D interna, excluyendo remuneración a investigadores, más *outsourcing* en I+D interno y otros gastos de innovación (adquisición de máquinas, servicios y equipo, adquisición de conocimientos externos, preparativos para producción y distribución, formación e introducción de innovaciones).

***Outsourcing* interno en I+D:** compras de servicios de I+D en España tanto a otras empresas, como a asociaciones de investigación, organizaciones de Administración Pública, universidades y entidades privadas sin fines de lucro (en logaritmos).

Exportaciones: para los años 2004, 2005, 2008 y 2009 se toma el volumen de las exportaciones que se realizan tanto hacia los países que conforman la Comunidad Económica Europea como hacia los que no. Para los años 2006 y 2007 sólo se dispone de la información sobre el volumen de exportaciones que se realizan hacia países diferentes a los que conforman la Comunidad Económica Europea. Por tal motivo para estos años se

asume que si la empresa realizó exportaciones hacia la Comunidad Económica Europea en el periodo previo al 2006 y posterior al 2007 la empresa se catalogará como exportadora. Variable dicotómica que toma el valor de 1, si la empresa exporta, y 0 en caso contrario.

Capital extranjero: variable dicotómica que tiene un valor de 1, si se trata de una empresa privada con más del 50% de capital extranjero, y 0 en caso contrario.

Región geográfica: se tienen datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para los años 2008 y 2009, y corresponde a la ubicación de la empresa la cual está clasificada en Madrid, Cataluña, Andalucía y resto de España.

Gastos en innovación interna en España en I+D (inn_i^{sp}): gastos en actividades de I+D interna excluyendo la remuneración a investigadores, técnicos y auxiliares, más *outsourcing* doméstico en I+D y otros gastos de innovación (adquisición de máquinas, servicios y equipo, adquisición de conocimientos externos, preparativos para producción y distribución, formación e introducción de innovaciones).

Outsourcing internacional en I+D: suma del *offshoring* más la compra de servicios de I+D en el extranjero dentro del mismo grupo.

Número de auxiliares (L_i^A): se tiene en cuenta a los asistentes dedicados a actividades de I+D interna, equivalente a jornada completa.

Número de técnicos (L_i^T): se tiene en cuenta a los técnicos dedicados a actividades I+D interna, equivalente a jornada completa.

Producción (Y): número de ventas del sector manufacturero. Deflactada utilizando el Índice de Precios Industriales publicado por el INE. Se asume como año base del deflactor el año 2007. Sólo disponible para actividades manufactureras con excepción de la reparación e instalación de maquinaria y equipo.

Número de investigadores ($L^{R\&D}$): comprende los investigadores dedicados a actividades de I+D interno, equivalente a jornada continua.

Offshoring de I+D ($oss^{R\&D}$): compra de servicios de I+D en el extranjero, tanto a empresas del mismo grupo, como a otras empresas, a administraciones públicas, universidades, instituciones privadas sin ánimo de lucro y a otras organizaciones internacionales (en logaritmos).

Resto de empleo (L^0): número total de internos, técnicos y los auxiliares, equivalente al horario de trabajo a tiempo completo.

Tamaño de la empresa (L): se obtiene como el número de empleados de la empresa. Variable dicotómica que toma el valor de 1, si es una empresa tiene 200 o más empleados, y 0 en caso contrario.

Salario medio de técnicos y auxiliares (W^0): se obtiene como el cociente entre la retribución a los técnicos y auxiliares y el empleo de técnicos y auxiliares. Para homogenizar los datos temporales, se deflacta la retribución a investigadores, utilizando el deflactor de la Encuesta Nacional de Coste Laboral del INE, correspondiente a costes laborales y estructura porcentual sobre el coste total bruto por año CNAE 09. Se asume como año base del deflactor el año 2007.

Salario medio de investigadores (W^R): se obtiene como el cociente entre la retribución a los investigadores y el empleo de investigadores. Para homogenizar los datos temporales, se deflacta la retribución a investigadores, utilizando el deflactor de la Encuesta Nacional de Coste Laboral del INE, correspondiente a costes laborales y estructura porcentual sobre el coste total bruto por año CNAE 09. Se asume como año base del deflactor el año 2007.

Apéndice 5.3: Contrastes de normalidad de los errores

A. Para todas las empresas:

1. Test de distribución de los errores (Contraste Wooldridge (2002))

```
F( 5, 8407) = 4.2e+16
Prob > F = 0.0000
```

Contraste de ui distintos entre empresas (si se acepta la hipótesis nula daría igual estimar como un pool que con un panel)

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.7411471	.860899
e	.1311296	.3621182
u	.2917982	.5401835

Test: Var(u) = 0

```
chi2(1) = 33022.56
Prob > chi2 = 0.0000
```

2. Contraste de heterocedasticidad (si se acepta la hipótesis nula, no habría heterocedasticidad)

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ para todo i

```
chi2 (8407) = 2.8e+36
Prob>chi2 = 0.0000
```

3. Contraste de autocorrelación (si se acepta la hipótesis nula, no habría autocorrelación)

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

```
F( 1, 5612) = 330.171
Prob > F = 0.0000
```

B. Para las empresas manufactureras

1. Test de distribución de los errores (Contraste Wooldridge (2002))

```
F(5, 5219) = 2.7e+16
Prob > F = 0.0000
```

Contraste de ui distintos entre empresas (si se acepta la hipótesis nula daría igual estimar como un pool que con un panel)

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.5949644	.7713393
e	.1007152	.3173566
u	.2440884	.4940531

Test: Var(u) = 0

chi2(1) = 23214.37
Prob > chi2 = 0.0000

2. Contraste de heterocedasticidad (si se acepta la hipótesis nula, no habría heterocedasticidad)

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ para todo i

chi2 (5220) = 2.4e+36
Prob>chi2 = 0.0000

3. Contraste de autocorrelación (si se acepta la hipótesis nula, no habría autocorrelación)

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 3620) = 170.560

Prob > F = 0.0000

C. Para las empresas manufactureras con producto

1. Test de distribución de los errores (Contraste Wooldridge (2002))

F(6, 5140) = 2.1e+16
Prob > F = 0.0000

Contraste de ui distintos entre empresas (si se acepta la hipótesis nula daría igual estimar con un pool que con un panel)

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.6002324	.7747467
e	.1003291	.3167478
u	.239326	.4892095

Test: Var(u) = 0

chi2(1) = 23461.86
Prob > chi2 = 0.0000

2. Contraste de heterocedasticidad (si se acepta la hipótesis nula, no habría heterocedasticidad)

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ para todo i

```
chi2 (5141) = 6.9e+36
Prob>chi2 = 0.0000
```

3. Contraste de autocorrelación (si se acepta la hipótesis nula, no habría autocorrelación)

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 3567) = 163.977
Prob > F = 0.0000
```

D. Para las empresas de servicios

1. Test de distribución de los errores (Contraste Wooldridge (2002))

```
F( 5, 3221) = 1.5e+16
Prob > F = 0.0000
```

Contraste de u_i distintos entre empresas (si se acepta la hipótesis nula daría igual estimar con un pool que con un panel)

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$\text{leinvest}[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.9532468	.9763436
e	.1842101	.4291971
u	.3489386	.5907103

Test: $\text{Var}(u) = 0$

```
chi2(1) = 10130.04
Prob > chi2 = 0.0000
```

2. Contraste de heterocedasticidad (si se acepta la hipótesis nula, no habría heterocedasticidad)

```
H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  para todo  $i$ 
chi2 (3221) = 1.1e+37
Prob>chi2 = 0.0000
```

3. Contraste de autocorrelación (si se acepta la hipótesis nula, no habría autocorrelación)

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 1989) = 160.476
Prob > F = 0.0000
```

Apéndice 5.4: Estimaciones complementarias

Tabla A.5. Demanda de investigadores (en logaritmos). Modelo RE

	Total	Manufacturas	Servicios
<i>Offshoring</i> de I+D (en logaritmos)	0,016*** (0,001)	0,014*** (0,001)	0,020*** (0,002)
Gastos internos en innovación (en logaritmos)	0,051*** (0,001)	0,037*** (0,001)	0,077*** (0,003)
Salarios de investigadores (en logaritmos)	-0,105*** (0,004)	-0,088*** (0,005)	-0,141*** (0,009)
Salarios de otros empleados (en logaritmos)	-0,022*** (0,001)	-0,018*** (0,001)	-0,027*** (0,001)
Empresas grandes	0,426*** (0,013)	0,414*** (0,015)	0,444*** (0,026)
Exportaciones	0,070*** (0,008)	0,047*** (0,009)	0,101*** (0,015)
Capital Extranjero	0,078*** (0,014)	0,082*** (0,015)	0,071** (0,029)
Empresas manufactureras	1,727*** (0,332)		
Manufacturas de baja tecnología baja	-0,798** (0,350)	-0,708** (0,321)	
Servicios de baja tecnología	0,515*** (0,075)		0,530*** (0,085)
Bebidas	-1,886*** (0,331)	-1,973*** (0,302)	
Tabaco	-1,879*** (0,333)	-1,975*** (0,303)	
Textil	-1,708*** (0,338)	-1,801*** (0,308)	
Confección	-1,813*** (0,340)	-1,909*** (0,310)	
Cuero y calzado	-2,004*** (0,337)	-2,106*** (0,307)	
Madera y corcho	-1,878*** (0,336)	-1,970*** (0,306)	
Cartón y papel	-1,862*** (0,340)	-1,966*** (0,310)	
Artes gráficas y reproducción	-0,784*** (0,118)	-0,973*** (0,113)	
Industrias del petróleo	-0,217* (0,123)	-0,349*** (0,118)	
Caucho y plásticos	-1,864*** (0,332)	-1,963*** (0,303)	
Productos minerales no metálicos diversos	-1,879*** (0,333)	-1,974*** (0,303)	
Metalurgia	-1,854*** (0,334)	-1,926*** (0,304)	
Otras actividades de fabricación	-1,056*** (0,118)	-1,249*** (0,114)	
Muebles	-0,408*** (0,120)	-0,586*** (0,115)	
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	-0,732*** (0,120)	-0,915*** (0,115)	
Química	-0,935*** (0,118)	-1,124*** (0,113)	
Farmacia	-0,895*** (0,121)	-1,063*** (0,116)	
Manufacturas metálicas	-0,723*** (0,172)	-0,897*** (0,161)	
Material y equipo eléctrico	-0,518*** (0,152)	-0,684*** (0,143)	
Otra maquinaria y equipo	-1,969*** (0,334)	-2,070*** (0,304)	
Vehículos de motor	-1,642*** (0,334)	-1,738*** (0,304)	
Otro equipo de transporte	-1,728*** (0,336)	-1,838*** (0,306)	

	Total		Manufacturas		Servicios	
Comercio al por menor	-0,074	(0,064)			-0,085	(0,073)
Reparación de vehículos de motor y motocicletas	0,038	(0,124)			0,065	(0,140)
Hostelería	-0,208***	(0,073)			-0,200**	(0,083)
Actividades financieras y de seguros	-0,244***	(0,079)			-0,239***	(0,090)
Actividades inmobiliarias	0,085	(0,054)			0,074	(0,062)
Otras actividades (excepto I+D)	0,074	(0,107)			0,102	(0,121)
Actividades administrativas y servicios auxiliares	0,601***	(0,076)			0,577***	(0,086)
Educación	0,194***	(0,033)			0,206***	(0,037)
Actividades sanitarias y de servicios sociales	-0,136**	(0,055)			-0,114*	(0,063)
Actividades artísticas, recreativas y de entreten.	0,025	(0,078)			0,078	(0,089)
Otros servicios	0,028	(0,057)			0,055	(0,065)
Otros servicios de información y comunicaciones	0,007	(0,150)			0,057	(0,169)
Servicios I+D	0,054	(0,066)			0,097	(0,074)
Año 2005	-0,048***	(0,007)	-0,032***	(0,008)	-0,073***	(0,015)
Año 2006	-0,024***	(0,008)	-0,019**	(0,008)	-0,031**	(0,015)
Año 2007	-0,022***	(0,008)	-0,028***	(0,008)	-0,015	(0,016)
Año 2008	0,007	(0,008)	-0,005	(0,009)	0,024	(0,016)
Año 2009	0,025***	(0,008)	0,009	(0,009)	0,049***	(0,017)
Constante	1,479***	(0,051)	3,255***	(0,306)	1,595***	(0,095)
Número de observaciones	33.134		21.214		11.920	
Número de empresas	8.407		5.220		3.221	

Fuente: PITEC 2004-2009 y elaboración propia.

Notas: Errores estándar estimados entre paréntesis. Coeficientes significativos al: *** 1%, ** 5%, * 10%.

Capítulo 6: Conclusiones

El objetivo de esta tesis es profundizar en el análisis del *offshoring* de I+D de las empresas innovadoras españolas, con el fin de conocer que aspectos y variables contribuyen en su realización y si ésta tiene repercusión en la demanda de investigadores en España. Con este objetivo, la tesis contiene un capítulo de revisión de la literatura y tres capítulos de análisis empírico. A continuación se resumen las principales conclusiones en los mismos, y se señalan algunas líneas futuras de investigación.

El Capítulo 2 comienza con una discusión sobre los términos *offshoring* y *outsourcing*, que en algunos casos se utilizan de manera indistinta y confusa. A continuación se procede a la revisión bibliográfica de múltiples estudios llevados a cabo en el campo del *offshoring* y del *outsourcing* internacional desde diferentes enfoques. Esta revisión pone de manifiesto que, si bien anteriormente el *offshoring* se asocia principalmente a bienes intermedios manufacturados, en las últimas décadas se ha incrementado en el sector servicios, ya no sólo como una forma de disminuir costes sino de aprovechar ventajas de tecnología, conocimiento y ubicación geográfica.

Actualmente la ventaja comparativa no sólo está asociada con el capital físico y natural sino también con el capital humano, lo cual ha llevado a que algunos países se hayan especializado en trabajos tecnológicos que exigen un alto componente de mano de obra cualificada haciendo del *offshoring* una forma de contratar fuera del país los servicios necesarios para la producción doméstica.

Los trabajos de los autores que han estudiado el tema del *offshoring* y el *outsourcing*, se clasifican en dos grandes grupos: el primero incluye estudios de fundamentación teórica de tipo macroeconómico, sustentados generalmente en modelos de equilibrio general que hablan de dos países, Norte y Sur, tratando de encontrar las causas y diferencias de la realización de esta actividad entre países. En este grupo se encuentran autores como Glass y Saggi (2001), Antràs y Helpman (2004) o Grossman y Rossi-Hansberg (2008).

En el segundo grupo están autores como Hijzen et al. (2005), Canals (2006), Ekholm y Hakkala (2006) o Geishecker y Görg (2013), que estudian el fenómeno desde una

perspectiva más microeconómica poniendo el énfasis en su relación con los mercados de trabajo. Estos trabajos encuentran en general que *outsourcing* u *offshoring* tienen efecto diferente para los trabajadores cualificados, pues estos obtienen una prima adicional que genera una brecha entre sus salarios y los del personal no cualificado. Ello lleva a concluir que existe una relación de complementariedad entre el *outsourcing* internacional y el trabajo cualificado, que obviamente puede variar entre países dependiendo de las políticas públicas del mercado laboral (movilidad interindustrial y rigidez laboral).

El Capítulo 3 incluye un análisis de la información disponible en el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) durante el periodo comprendido entre 2004 y 2010 sobre un tipo concreto de *offshoring*: el *offshoring* de servicios de I+D. Las actividades de I+D pueden ser realizadas dentro de la empresa (I+D interna) o adquiridas fuera de la empresa mediante contrato o convenio (I+D externa). Asimismo, la compra de servicios puede ser realizada en el país o en el extranjero, y los proveedores pueden ser empresas del mismo grupo de negocios, otras empresas de fuera del grupo, organismos públicos, universidades, etc. El concepto de *offshoring* de I+D hace referencia a las compras de servicios de I+D en el extranjero, independientemente de su proveedor.

En esta base de datos, la muestra de empresas con gasto en innovación es de alrededor de 7.500 empresas en promedio cada año, de las cuales un 57% son de manufacturas, un 37% son de servicios y el resto corresponden a otros sectores de actividad. Aproximadamente el 7% de las empresas innovadoras realizan *offshoring* de I+D, siendo este porcentaje del 8% en las empresas manufactureras y del 5% en las de servicios.

Para realizar un primer examen exploratorio de los determinantes del *offshoring* de I+D, se analiza la decisión de las empresas de contratar servicios de I+D en el extranjero por medio de modelos probit. En ellos, se introducen características propias de la empresas como variables explicativas, encontrándose que ser una empresa exportadora, realizar actividad continua en I+D, solicitar patentes, ser filial y ser empresa grande afectan positivamente a la probabilidad de realizar el *offshoring* en I+D.

En este capítulo adicionalmente se estudian de forma específica aquellas empresas que pertenecen a grupos empresariales y que por tanto pueden comprar servicios de I+D a través del grupo y/o a través del mercado. En este caso, se estiman modelos tanto de tipo multinomial como de tipo Tobit generalizado. La exploración realizada contribuye a conocer la conducta reciente de las empresas innovadoras españolas relativa a sus decisiones de comprar servicios de I+D fuera de España, mostrando evidencia de las diferencias que existen entre empresas de manufacturas o servicios y poniendo de manifiesto el peculiar comportamiento de las empresas pertenecientes a grupos de negocios. Los resultados obtenidos están acordes en general con la evidencia empírica previa obtenida con la misma base de datos (García-Vega y Huergo, 2010 y 2011) y sirven de base para el análisis más profundo que se realiza en los capítulos posteriores.

Así, en el Capítulo 4 se analiza si las empresas localizadas en España pertenecientes a multinacionales realizan sus transferencias pecuniarias de tecnología dependiendo de la confianza relativa entre el país sede de la matriz del grupo y España. En concreto, la hipótesis a contrastar es que la confianza entre países favorece el *outsourcing* internacional de I+D, mientras que desincentiva las transferencias de tecnología realizadas a través del grupo.

Para el análisis se combina la información del PITEC con otras fuentes estadísticas que, junto con el grado de confianza bilateral, permiten definir algunas medidas características del país sede y de la similitud entre dicho país y España. En concreto, siguiendo a Guiso et al. (2009), la información empleada sobre la confianza de los ciudadanos de otro país en España se obtiene del *Eurobarómetro* de la Comisión Europea, definiéndose la medida de la confianza relativa como el cociente entre la confianza media que los ciudadanos de ese país tienen en los ciudadanos españoles y el promedio de la confianza que tienen en todos los demás países. La muestra final consiste en 3.447 observaciones para el período 2004-2010, que se reducen a 2.959 cuando se excluye a España como país sede.

Para contrastar el efecto de la confianza sobre el *offshoring* de I+D que se realiza intra-grupo y/o a través del mercado, se emplean dos metodologías distintas. En primer lugar, se emplean modelos Tobit generalizado para estudiar los determinantes de la intensidad

del *offshoring* de I+D a través de cada uno de esos canales por separado. En segundo lugar, se estima un modelo Probit bivalente o biprobit, que permite considerar que las decisiones que toman las empresas de realizar *offshoring* de I+D dentro del grupo o a través del mercado puedan estar correlacionadas.

La evidencia obtenida confirma que, una vez controlado por las características de la empresa y del país sede de la multinacional, la confianza relativa en España afecta negativamente a la intensidad de las compras de tecnología intra-grupo, mientras que influye positivamente sobre la decisión de realizar esas compras a través del mercado. Todo ello sugiere que las medidas de política que contribuyan a desarrollar el grado de confianza en las instituciones o agentes españoles tendrán consecuencias sobre la inversión extranjera en alta tecnología que se realice en España.

Cabe señalar que este análisis tiene algunas limitaciones que señalan la línea de continuación para futuras investigaciones. En primer lugar, un aspecto que no se ha podido considerar en este capítulo es la relevancia del cambio en la nacionalidad del país sede sobre los flujos tecnológicos, al no disponerse de suficientes observaciones con esta característica en la muestra. En la medida que aumente el tamaño del PITEC, el análisis de las transferencias de tecnología de las empresas multinacionales con filiales en España podría tener en cuenta el cambio de propiedad de la empresa multinacional, especialmente cuando este cambio signifique que la empresa matriz modifique su país sede.

En segundo lugar, la medida de confianza relativa que se utiliza en el trabajo tiene dimensión de país, pero no cambia temporalmente debido a su formulación en el *Eurobarómetro*. Si bien cabe esperar que esta dimensión sea relativamente estable en el tiempo, al estar el análisis referido a un contexto de empresa y año, la ausencia de variabilidad temporal podría estar generando resultados menos robustos.

Finalmente, este capítulo se ha centrado en los determinantes del *offshoring* de I+D y la posible correlación de las decisiones de *offshoring* de I+D dentro y fuera del grupo. Aunque se ha tenido en cuenta la intensidad de la I+D interna de la empresa como elemento que puede favorecer la contratación externa de I+D, en la medida que refleja

su capacidad de absorber el nuevo conocimiento externo, un análisis más desarrollado de las estrategias de I+D de las empresas requeriría considerar todas las opciones disponibles (y sus combinaciones): I+D interna, *outsourcing* nacional de I+D, *outsourcing* internacional de I+D, *offshoring* de I+D intra-grupo, cooperación tecnológica nacional, cooperación tecnológica internacional. La existencia de complementariedad o sustituibilidad entre estas estrategias, que en un número limitado ha sido estudiado en otros trabajos (Holl y Rama, 2012), excede las pretensiones de esta tesis.

Por su parte, el análisis del Capítulo 5 relaciona el *offshoring* de I+D y el mercado laboral. Estudios recientes sugieren que, en general, el *offshoring* de servicios genera un efecto positivo sobre el empleo y los salarios de los trabajadores cualificados y lo contrario para los no cualificados (Crinò, 2010). El objetivo de este capítulo es contribuir a este debate analizando el impacto del *offshoring* de I+D sobre la demanda de uno de los tipos de trabajadores más cualificado: los investigadores que participan en actividades de I+D.

Siguiendo a Amiti y Wei (2006), Criscuolo y Garicano (2010) o Crinò (2010), la metodología utilizada consiste en la estimación de una función de demanda condicional de investigadores en la que el *offshoring* de I+D es un factor adicional. Los resultados obtenidos con la información de empresas españolas disponible en PITEC sugieren la existencia de una relación positiva entre el *offshoring* de I+D y el empleo cualificado para las empresas españolas. En concreto, si las empresas duplicaran la cuantía del *offshoring* de I+D, su demanda de investigadores se incrementaría alrededor del 8%. Además, se encuentra que la elasticidad de la demanda de investigadores respecto al *offshoring* en las empresas de servicios es el doble que en las empresas manufactureras. Sin embargo, como era de esperar dado el tipo específico de *offshoring* considerado en este estudio, la magnitud de la elasticidad es menor en la sub-muestra de empresas de servicios que realizan actividades de I+D.

La evidencia sugiere por tanto que, exceptuando el caso específico de las empresas de servicios de I+D, el *offshoring* de I+D realizado por empresas de otros sectores favorece la contratación de empleo cualificado nacional, e incluso puede tener un efecto positivo global en países con elevados niveles de cualificación.

Estos resultados deben tomarse con cautela debido a las restricciones de información en la base de datos sobre precios de productos y de algunos factores productivos, no disponibles con el nivel de desagregación requerido en el momento de realizar esta investigación. Los resultados serán más precisos, y el alcance de los mismos será mayor, en la medida que pueda incorporarse en el análisis dicha información desagregada a nivel de empresa, señalando una extensión natural de la investigación.

Por otra parte, el examen de esta misma relación en otros países y la ampliación temporal del periodo de análisis serían de suma utilidad para contrastar la generalidad de los resultados obtenidos y su estabilidad a lo largo del ciclo económico, especialmente si permite comparar años de bonanza con años de crisis.

Referencias bibliográficas

- Amiti, M. y Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Antràs, P. y Helpman, E. (2004): "Global Sourcing", *Journal of Political Economy* 112(3), 552-580.
- Canals, C. (2006): "What explains the widening wage gap? Outsourcing vs. technology", Working Paper Series No. 01/2006, La Caixa.
- Crinó, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77, 595-632.
- Criscuolo, C. y Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- Ekholm, K. y Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor demand: Evidence from Sweden", *CEPR Discussion Papers* 5648.
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2010): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", en L. Sanz y L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. y Huergo, E. (2011): "Determinants of International R&D Outsourcing: The role of trade", *Review of Development Economics* 15(1), 93-107.
- Geishecker, I. y Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.
- Glass, A.J. y Saggi, K. (2002): "Innovation and wage effects of international outsourcing", *European Economics Review* 45, 67-86.
- Grossman, G. y Rossi-Hansberg, E. (2008): "Trading Task: A Simple Theory of offshoring", *The American Economic Review* 98(5), 1978-1997.
- Guiso, L., Sapienza, P., y L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?" *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- Hijzen, A., Görg, H. y Hine, R.C. (2005): "International Outsourcing and the Skill Structure of Labor Demand in the United Kingdom", *Economic Journal* 115, 860-78.
- Holl, A. y Rama, R. (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", MPRA Paper 42328, University Library of Munich, Germany, revised Oct 2012.
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Disponible en: http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I

DOCTORAL THESIS

PhD Program in Applied Economic Analysis

R&D SERVICES OFFSHORING BY SPANISH FIRMS

Mery Patricia Tamayo Plata

Supervisor:

Dr. Elena Huergo

Madrid, 2013

Acknowledgements

The delivery of this thesis is far from a point of arrival, but it is an accomplished goal, where I'm just part of a team that is composed of other individuals and institutions whose contributions are what have made it possible. For all of them, even those who are not specifically mentioned below, my gratitude.

First of all, to Elena Huergo, who despite her administrative commitments to the University dedicated more hours than she should have been able to my work, always maintained her interest and motivated me to achieve the results that are given in this paper. María García de la Vega has been generous enough to allow me to join her team, which had advanced with Elena, who hosted me in England, to raise new research questions and enrich the rest of the research.

In the Complutense University of Madrid, and in particular in the Group for Research in Productivity, Innovation and Competition (GRIPICO) I have received the support and resources necessary to carry out this doctoral thesis. At the University of Alcala I studied many of the subjects from the Master´s course in Applied Economic Analysis, and also, I cannot leave out Luis Toharia, who would have wanted to see this work completed, and the University of Nottingham that welcomed me like one of their own doctoral candidates.

CIDET allowed access to their database without which it would not have been possible for me to choose this subject, and I hope that the findings are reward enough.

The comments and suggestions of Adelheid Holl and Alberto Lopez Sebastian have enriched the final version of this thesis. Likewise Iulia Siedschlag and Maria Luisa Mancusi's contributions guide future publications arising from this thesis.

Some chapters of this work were presented at the "3rd SEEK Conference - Engines for More and Better Jobs in Europe" held in Mannheim (April 2013), in Bangkok at the "3rd Annual International Conference on Qualitative and Quantitative Economics Research" (May 2013), and in ENEF 2013 Meeting in Madrid España (September 2013).

My fellow students over the months who became partners in this adventure far away from home, and remain as unforgettable friends. The working days shared with them, full of permanent joy and temporary discouragement as expectations and academic efforts are as valuable to me as the result of this work.

Vicky and Juan were my family over the years and will continue to be forever.

I want to express my profound gratitude to the University EAFIT, my fellow teachers and researchers, my students and my bosses for allowing and supporting this challenge, and for keeping a space for me which I hope to return to having improved professionally and personally.

To my great accomplice and love, Andrés, for his support and for believing so strongly in this life project. To my parents, Antonio and Cruzana, Lucía, Nelly, Edison, Sofia and Tomás who always kept my heart warm and encouraged me at every turn, especially when discouragement appeared.

To all, I hope to have new opportunities to make it up to you for your support and understanding.

INDEX

Chapter 1: Introduction

1.1. Relevance of research and objectives

1.2. Structure of the thesis

References

Chapter 2: Theoretical and conceptual framework

2.1. Introduction

2.2. Offshoring: Definition

2.3. Offshoring of highly technological services

2.4. Offshoring, wages and employment

2.4.1. Some theoretical approaches

2.4.2. Empirical studies

2.5. The impact of service offshoring on the domestic labor market: Three significant works

References

Chapter 3: R&D offshoring in Spanish firms. A preliminary assessment

3.1. Introduction

3.2. R&D offshoring in innovative Spanish firms from PITEC

3.3. Determinants of the decision to offshore R&D in innovative Spanish firms

3.4. Determinants of the amount of R&D offshoring in innovative Spanish firms

3.5. Conclusions

References

Annex 3.1: Correspondence of high-medium and low technology activities with two-digit codes from NACE Rev. 2 classification

Annex 3.2: Descriptive statistics of the main variables. Only manufacturing and services firms

Annex 3.3: Supplementary estimates

Chapter 4: Multinationals' R&D offshoring and trust among countries

4.1. Introduction

4.2. Empirical model and key variables

4.2.1. Technology transfers

4.2.2. Trust in the host country

4.2.3. Characteristics of parent company's country of origin

4.2.4. Firm characteristics

4.3. Econometric results

4.4. Conclusions

References

Annex 4.1: Sources of information and construction of variables

Annex 4.2: Supplementary estimates

Chapter 5: The effect of R&D offshoring on skilled employment: intra-firm evidence

5.1. Introduction

5.2. Outsourcing, offshoring and skilled employment: state of the art

5.3. Model and data

5.3.1. The model

5.3.2. Description of the database and the main variables

5.4. Results

5.5. Conclusions

References

Annex 5.1: Correspondence of low-tech and high & medium-tech activities and the two-digit NACE Rev.2 class

Annex 5.2: Contrasts of normality of the errors

Annex 5.3: Supplementary estimates

Chapter 6: Conclusions

References

Chapter1: Introduction

1.1. Relevance of research and objectives

Currently the phenomenon of outsourcing or offshoring of services is becoming more relevant, unlike past decades when the relocation was seen mainly in the manufacturing sector, primarily obeying a need to reduce costs. This offshoring in the services sector responds to issues such as the search for new markets, the development of certain technologies and the use of human capital, among others.

The outsourcing process has grown increasingly towards more advanced services involving technical and administrative complexity that require a more skilled labor force. In fact, a significant proportion of these exchanges in knowledge intensive services refer to research and development services (R&D). Also, coinciding with the process of economic globalization, an increasingly more important part of these transactions is established between institutions located in different countries, giving rise to what is known as service offshoring. Thus, for example, data from the National Science Foundation (2010) show that in the U.S. there has been an increase in imports of R&D of around 23%.

The increase in the general phenomenon has generated several theoretical and empirical studies that arise from diverse objectives such as analyzing their motives, to see an impact in certain markets, and compare and analyze their effects between countries. From an empirical point of view, existing studies on offshoring have worked mainly with data sectors, industries, activities or tasks and' to a lesser extent, firm's data, which has generated a large heterogeneity in the results obtained.

Each study seems to be associated in many cases with definitions and concepts that are different from the international outsourcing or offshoring, but usually differ according to whether outsourcing is done within the country's borders or outside them. Most of these works are called outsourcing, that part of the productive activity carried out by means of an external production company either in the same geographical area or in another, and it is called offshoring when the process of outsourcing involves the means of the

production necessary to carry out a particular activity is transferred abroad, whether the means of production remain internal to the company, or if they are hired by third parties (CDTI, 2007). This is the definition used throughout this investigation.

The general objective of this thesis aims at deepening the analysis of R&D offshoring in Spanish innovative companies, in order to know which aspects and variables contribute to its execution and its impact on the labor market of researchers.

This general objective is articulated with the following specific objectives:

- To conduct a detailed literature review on the approach of different authors to the subject of service offshoring, analyzing the different definitions, the evolution of the phenomenon and the theoretical and empirical literature that relates it to the changes in wages and employment.
- To provide updated evidence on the process of R&D offshoring of Spanish firms from the Spanish Technological Innovation Panel (PITEC) during the period 2004-2010, building variables that allow the concept of R&D offshoring to be related to the firm's own characteristics and, in particular, with its industry and whether it belongs to a business group or not.
- To relate the relative trust between countries with the way the subsidiaries located in Spain make purchases of R&D services abroad, relating these technology transfers, using variables related to the firm's characteristics, to the industry and economic and cultural similarities.
- To evaluate the impact of R&D offshoring on the demand for researchers in Spain in the period of 2004-2009, identifying the effects that predominate in each sector.

This thesis has two particular aspects that make it specific. Firstly, it focuses on the offshoring of research and development activities, which is very peculiar to the case of high-technology services and therefore may have a different impact in economies to

another type of offshoring.¹ Secondly, it studies various aspects of this phenomenon taking into account the firm as a unit of analysis.

1.2. Structure of the thesis

The different chapters are focused on developing the proposed objectives. For this reason, I address various aspects related to the execution of R&D offshoring, and to the extent that the data allow, there is a difference between manufacturing and service firms. Furthermore, it takes into account the contrasting behavior and motivation that independent firms and business groups firms show when purchasing services abroad.

Specifically, Chapter 2 entitled "**Theoretical and conceptual framework**" starts showing the different definitions of offshoring used in literature and specifying the ones used in this thesis. This chapter also involves a state of the art review of classifying the studies according to their approach to the problem: in the first group are the studies with a more macroeconomic perspective, where authors often support their analysis in general equilibrium models with two countries North and South, and in a second group includes studies that choose a more microeconomic approach.

Finally, I describe in detail three studies examining the relationship of offshoring to employment and wages from a microeconomic perspective, those of Amity and Wei (2006), Crinò (2010) and Geishecker and Görg (2013), that will serve as a reference for the empirical analysis in Chapter 5.

In Chapter 3, "**The R&D offshoring in Spanish firms: a preliminary examination**" a detailed examination is given of the Technological Innovation Panel (PITEC) which is the database to be used in later chapters. Likewise there is a general description of the behavior of Spanish firms that perform R&D offshoring.

¹ For example, while it might be expected that an increase in offshoring would generate the disintegration of firm-specific resources and the need for greater oversight by their managers, Castellani and Pieri (forthcoming), in their study of the effect of offshoring on productivity in the European regions, obtained that these diminishing returns don't seem to have a place in the case of R&D offshoring.

Specifically, it includes a statistical description of the main variables of interest such as the exporting character of the firm, ownership of property, employment in R&D, the factors hampering innovation or sources of information for innovation. These variables are used as determinants in simple econometric models that allow us to perform the first exploratory examination on the phenomenon of R&D offshoring in Spanish firms.

On the one hand, I will analyze the decision of companies to hire R&D services abroad, obtaining as a result that, being an export company, doing business in R&D, patent filing, being a subsidiary and being a large firm are factors that positively affect the performance of R&D offshoring. On the other hand, special emphasis is on the subsample of firms belonging to business groups, who can, therefore, purchase R&D services through different channels: through the group, when suppliers are other companies in the same corporate group, and / or via the market, when providers are companies or institutions outside the group.

The chapter also includes the estimation of the determinants of the amount of R&D offshoring measured as the expenditure incurred by the company in its acquisition of R&D abroad (in logarithm). To account for potential selection problems common in such contexts, the equation is estimated as a generalized Tobit model. Based on the conclusions drawn in this chapter, Chapter 4, entitled "**Trust and technology transfers multinationals**" explores the determinants of purchasing R&D services by firms belonging to business groups. Thus, clarifying the process of technology transfer from foreign multinational companies to their subsidiaries in Spain, for such technology transfer can be done through the group itself, through the market or using a combination of both channels. In economic literature, some studies suggest that this transfer depends on the technology developed in the country, where the parent company is located, and other studies, conclude that it depends on some characteristics of the country where the subsidiary is established.

Following authors such as Guiso et al (2009), who find that a lower bilateral trust leads to less trade between countries, less portfolio investment and lower foreign direct investment, even when taking into account the characteristics of the two countries, in this chapter the purchase of R&D services is associated with the degree of relative trust

in the home country of the parent company, the characteristics of the subsidiary company and the economic and cultural similarities between Spain and the country where the headquarters of the company is located. For selection of the latter variables I follow previous studies in this field. It concludes that countries that have more bilateral trust in Spain and have cultural similarities make purchases of R&D through the market and those who are less confident do so through their subsidiaries.

Chapter 5, "**The effect of offshoring on R&D skilled employment: intra-company evidence**" focuses on one of the aspects that has troubled researchers about offshoring the most: its impact on domestic labor markets. Since most of the studies in this field suggest that offshoring services generate a positive effect on employment and wages of skilled workers and due to rising unemployment in recent years in Spain which affects skilled and unskilled workers; The aim of this study is to contribute to the debate by analyzing the impact of offshoring on firm level demand for one of the most skilled jobs: the researchers involved in R&D

In particular, this chapter examines the effect of R&D offshoring on the demand for a specific type of highly skilled worker: researchers involved in R&D. To do this, following Amiti and Wei (2006), Criscuolo and Garicano (2010) or Crinò (2010), the methodology used will consist of the estimation of a conditional labor demand function where offshoring is an additional determinant factor. This approach is consistent with many works that, from Griliches (1979, 1995), estimate the impact of R&D activities on productivity with enterprise level data from a standard production function augmented by some kind of technological input. The obtained results provide evidence of a complementary effect and a scale effect between R&D offshoring and white-collar workers, which is consistent with findings from other studies that analyzed the offshoring relationship with employment by using other units of analysis.

Finally, Chapter 6 presents the main "**conclusions**" that stem from this research as a way to contribute to the academic debate. Approached from the perspective of the company, the results of the empirical application are consistent with economic theory and with previous studies on the subject and allow us to suggest future lines of research.

References

- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Castellani, D. and Pieri, F. (forthcoming): "R&D offshoring and the productivity growth of European regions", *Research Policy*, DOI: 10.1016/j.respol.2013.05.009.
- Crinò, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77, 595–632.
- Criscuolo, C. and Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- CDTI - Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (2007): "La deslocalización empresarial en España", Cuadernos CDTI de la Innovación Tecnológica.
- Geishecker, I. and Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- Griliches, Z. (1995): "R&D and productivity: econometric results and measurement issues". In: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford, 52-89.
- Guiso, L., Sapienza, P., and L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?" *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- National Science Foundation (2010), "Science and Engineering indicators. 2010", Chapter 4. *Research and Development: National Trends and International Linkages*. Available in: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c4/c4s7.htm>
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Available in: http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx

Chapter 2: Theoretical framework

2.1. Introduction

This chapter will make clear some definitions necessary to understand the motivations of this thesis and to clarify the scope of the following chapters. It also presents an overview of the most relevant works on the evolution of the phenomena of offshoring and its impact on the demand for labor and the income of skilled workers.

There is not a single state of the art definition of offshoring. Some scholars understand the concept very broadly and others are more specific. As this thesis is dedicated to this phenomenon, specifically in the aspect associated with Research and Development activities (R&D), it is important to clarify the definitions of terms to be used later on, so a part of this chapter is dedicated to explaining what is meant by outsourcing and R&D offshoring.

On the reasons to dedicate this thesis to the research of R&D offshoring, the route taken in this chapter will show that relocation processes now not only deal with the buying and selling of goods, but increasingly take a more leading role in the service, not just the low cost that is important when relocating, but also in aspects such as language and culture which need to be considered. In services that involve technology and research it is also found that the flow is not just from the parent company to the subsidiaries, it also comes from companies in emerging countries to others in developed countries.

The chapter concludes with a review of research studying the relationship of offshoring with employment and wages, both from a macroeconomic and a microeconomic perspective. In the latter case, special attention is paid to research conducted by Amity and Wei (2006), Crinò (2010) and Geishecker and Görg (2013), which will be used as a reference for the empirical application carried out in Chapter 5.

2.2 Offshoring: Definition

Firms use externalization, or outsourcing, in order to gain advantages that arise from the fact that certain links of activity in the productive chain can be carried out in places outside the firm. With this strategy, firms usually seek to increase productivity, competitiveness, and efficiency, and/or reduce their costs.

In reference to outsourcing, we can differentiate as to whether externalization is done within the borders of the country or abroad. It is common to refer to outsourcing as that part of the productive activity carried out through external means of production in the same geographical area or in another, and to use the term offshoring to refer to the process of outsourcing which implies transferring abroad the means of production necessary in order to carry out a specific activity, regardless of whether the means of production remain internalized in the company or are contracted with third parties (CDTI, 2007).

This definition of offshoring is very broad and in many cases blurred due to the fact that firms do offshoring in many different ways based on their varying objectives. Scholars, therefore, often specify at the beginning of their investigations what definition or concept of outsourcing or offshoring they are going to use throughout their work.

Trefler (2005) differentiates between offshore outsourcing and Foreign Direct Investment (FDI). The former describes the subcontracting of goods or services carried out on equal terms with foreign firms, while FDI refers to when a domestic firm controls the investment established in a foreign firm. Each firm must decide whether to produce only domestically or also abroad, and, if it opts to produce abroad it must decide whether it does so in the form of offshore outsourcing or as an FDI.

In the introduction to a special issue of the Journal of Operations Management about knowledge and services offshoring, Youngdahl et al. (2008) show that the process of transferring services and knowledge abroad can be expressed as “captive (company-owned) processing centers, third-party providers, and joint ventures”, in other words: establishing company-owned processing centers abroad, subcontracting work with

external suppliers, or establishing cooperative agreements or operations of venture capital.

When a firm wants to maintain complete control over the operations of offshoring, it can turn to a strategy of captive relocation (captive processing centers), in many cases reducing its costs due to the fact that in the processing centers the cost of labor is usually cheaper. This also allows firms to gain knowledge about the distinct phases of the process in order to increase the global capacity of the organization. Such is the case of American Express, which at one time had 46 transaction processing sites, each one with between 20 and 40 employees, throughout North America, Latin America, Europe, the Middle East, Africa, Asia-Pacific and Australia.

The main objective in subcontracting with external suppliers is usually to reduce total costs. Such is the case with call centers, which involve direct communication with consumers, management of cultural differences, and quality service. In turn, joint ventures allow firms to take advantage of the talent of external suppliers to establish operations in other countries, transferring the total control of operations to the client company after a specific period of time.

According to Feenstra (2010), the terms international outsourcing and offshoring are frequently used erroneously in the sense that either the former is used to refer to the latter or vice versa. To clarify, he specifies that the location of production could be national or foreign, and when it is foreign, but the property of the productive process is maintained in the country of the firm, I would be referring to an FDI of multinational firms. If, however, the property is foreign, I would be referring to international outsourcing. The narrowest definition of offshoring would be international outsourcing, and the broadest definition would include international outsourcing as well as transactions of multinational firms.

In this work, the type of offshoring that will be analyzed focuses on the activities of Research and Development (R&D). Those activities may be carried out within the firm (Internal R&D) or outside the firm through a contract or an agreement (External R&D). Also, purchasing services may take place in Spain or abroad, and the suppliers may be

firms of the same group, firms outside the group, public institutions, universities, etc. With this in mind, the specific definition that will be used in this work appears in the following chart.

	Control of production	
	Within the boundaries of the firm	Outside the boundaries of the firm (outsourcing)
Domestic production	Internal (within the firm) + Within the group	Outside the group (national outsourcing)
International production (offshoring)	Within the group	Outside the group (international outsourcing)

Therefore, I will use the term *R&D outsourcing* for the buying of R&D services from firms or other organizations outside the group (if the company belongs to a group) and the term offshoring for the purchasing of R&D services abroad, regardless of whether or not the purchasing is from firms of the group. International outsourcing will form part of both concepts.

2.3 The offshoring of highly technological services

In recent years there have been two tendencies that can explain the rapid growth of services involving innovation, of intensive processes in technology, and of employment of white-collar workers: the rise of China as the main global supplier of manufactures, and the extraordinary development of international trade associated with the process of globalization (Trefler, 2005). Furthermore, distinguishing between manufactures and services is becoming more and more difficult to do. For example, the Xbox video game system by Microsoft is a manufactured product which involves a large component of services.

As Jensen (2009) points out, over the last decade the offshoring of manufactures has taken a back seat to that of services, since demand has grown substantially for more advanced services in technical and administrative areas. As a consequence, the

standardized activities of unskilled workers in the manufacturing sector have ceased to be the only activities of offshoring. Aspects such as the liberalization of trade, economic and regulatory reforms, technological advances in communication, digitalization, and the new commercialization of certain goods are behind this change. Moreover, from the analysis of cases of offshoring in which Danish companies contract information technology and engineering services in India, Jensen concludes that service offshoring must be understood as a complex phenomenon which influences business strategies and generates organizational changes in the firm that contracts as well as the firm that is contracted.

In line with Jensen, Metters and Verma (2008) highlight the fact that offshoring is affecting more and more activities involving technological advances, transforming methods of work involving voice communication (call centers, for example), and improving response time and information processing (airline tickets, for example). In this way, a large part of offshoring involves computer programming and technology management.

Simultaneously, some governments have established regulations in order to convert their countries into a destination for offshoring. This is the case of Barbados, which since the nineties has been improving its telecommunications infrastructure as a way to provide electronic services, digitalizing its communication systems with direct dialing. In the same way, India has created advantages in its tax system as a way to attract offshoring. Moreover, aspects such as language, traditions, geographical location, or cultural and historical heritage from previous colonial systems all become key factors in offshoring. It is in this way that Barbados has become a destination for offshoring of the United Kingdom.

In this context, according to Blinder (2006), who describes the information age as the third industrial revolution, it is necessary to redefine some terms and take into consideration that it is becoming more and more difficult to classify goods precisely as tradable and non-tradable. In the past, goods that could be stored in a box and transported were described using the term tradable. Goods lacking this possibility were considered non-tradable. However, the developments in technology have made it so that

the classification of tradable goods is based on the ease with which they are delivered, given that nowadays delivery can be through cables and connections.

In this way, the comparative advantage of countries would not only be associated with natural or physical capital, but rather human capital. Some countries could specialize (and are currently doing so) in technological jobs and in the development of computational concepts, making offshoring a way of contracting in other countries the necessary services for productive domestic activity, improving delivery times and the capacity for interaction, and, in many cases, without having to deliver any actual physical goods.

In conclusion, and in line with Markusen (2005), in order to analyze the increase in offshoring of highly technological services that has been taking place over the last few years, it is necessary to consider some current facts, such as the following:

- The existence of an expansion of trade in an extensive margin; in other words, the volume of tradable goods (intensive margin) already existing does not increase much, but new tradable goods appear which tend to be intermediate goods, causing an increase in intra-industry trade.
- The special characteristics of the trade of white-collar services that are not reflected in the models of final goods. Moreover, these services can be complementary to different elements on the supply chain, in a similar way to that taking place between skilled labor and the telecommunications or infrastructure teams.
- The change in the direction of trade in the existing models of multinational firms. The modern theory of multinational firms shows that parent companies export white-collar services to their subsidiary companies, including management, engineering consultancy, marketing, finances, among others. But now we are seeing a change in the direction of these transactions: the subsidiary companies are exporting services in return to the parent companies of countries with high income economies.

2.4 Offshoring, wages and employment

The increase in offshoring of highly technological services hasn't come without problems. When a white-collar worker (who is usually better paid due to his or her experience in information technology and ability to learn) is "relocated" it can have a damaging impact since the specific knowledge of the company is destroyed as a result of the absence of the valuable human capital (Trefler, 2005), reducing the incentives of administrators and workers to invest in gaining such specific knowledge.

Offshoring leads to more frequent separations between workers and companies, destroying important dimensions of human capital. It's not clear if the loss of knowledge that arises from the separation of the company and the workers is an issue of equity, given that it is harmful to workers displaced by offshoring, and/or of efficiency, since it destroys valuable human capital.

In this context, it is not surprising that the area on which Chapter 5 is focused, is one of the areas that have generated most studies: the impact outsourcing and offshoring processes have on employment and wages. In the following section some research that deals with this question will be highlighted, from a theoretical or empirical point of view.

2.4.1. Some theoretical approaches

Currently, there are many authors that from a theoretical point of view with a macroeconomic way of thinking, analyze the consequences on how the increasing international outsourcing affects the labor market. What these authors have in common is that they use general equilibrium models with two sectors and two countries (North and South) and tend to use the contributions made by Helpman and Krugman (1985) as reference.

You will find Glass and Saggi (2001) in this group, who proposed a model in which the production of basic goods or manufactured goods is developed in the South or low income country through international outsourcing, this production being associated

with the old way. Meanwhile the North Country would import components used to complete production in the north with northern workers, therefore the new developments and designs are just produced in the north. Outsourcing would take place due to the technological differences and not factor endowments (as in Feenstra and Hanson, 1996a).

In a similar context of two countries, Antràs and Helpman (2004) assume the existence of heterogeneity of final goods producers who choose ownership structures and the location for the production of intermediate inputs. Two specialized inputs associated with the core services and manufactured components, respectively, are combined to produce a final good: an input is controlled by the final good producer, while the other is controlled by an operator with a production capacity. The first input is just produced in the North, which means that the headquarters is always in the North. Furthermore, within a sector firms differ in their productivity. The productivity in the production of the second input is identical in both countries.

The equilibrium depends on the wage differential between the North and South, on the advantages associated to the property rights in each country, on the bargaining power distribution between final goods producers and component suppliers and also the technology intensity of the parent company. High productivity firms acquire intermediate inputs in the South, while the low productivity firms acquire them in the North. Regarding firms that acquire their inputs in their own country, the low productivity ones outsource while the high productivity ones are insourced. In areas with a very low intensity of the services from the parent firm, firms are not integrated, the low productivity ones outsource locally while the high productivity ones outsource abroad.

Similarly, Grossman and Rossi-Hansberg (2008) consider that there are countries with levels of development, technologies and different factor endowments that generate different factor prices. They wonder how the outsourcing opportunities affect the workers' wages, differentiating between unskilled and skilled work. The production technology is specified in terms of tasks and each task requires some production factor input.

The decision to perform tasks through offshoring depends on the difference between the internal and external prices and communications technology, because if this improves, offshoring costs would be reduced. The model assumes that tasks can be performed remotely, so that the production of a good can be internationalized, but offshoring is costly in the sense that the performance of a remote task requires a larger input factor than if the task is performed nearby, the cost of tasks differ depending on distance.

In this context, Grossman and Rossi-Hansberg (2008) distinguish three effects of offshoring on wages: the effect related to productivity, price-related and concerning labor supply. Due to the effect of productivity the improvement of offshoring technology of a task is beneficial for that task and does not affect the others. For large economies, if the impact on factor prices is not too large, then everyone benefits from improved offshoring technologies, as a result, offshoring does not worsen the situation of workers whose jobs are being relocated.

Another example of theoretical research in the context of two countries is one conducted by Mitra and Ranjan (2008), who developed an offshoring model incorporating company externalities and heterogeneity. When there are externalities and heterogeneous firms, the most productive firms will perform offshoring first and then the other firms will follow. The model also explains the existence of complementarity between FDI and offshore outsourcing.

As can be seen, the aforementioned authors have conducted theoretical research with a macroeconomic perspective, becoming in some cases a model of international trade theory. These studies take into account two countries North and South and try to find the differences and consequences of performing international outsourcing or offshoring. On the other hand, they are empirical studies with a more microeconomic perspective, focusing on data from countries, occupations, industries, sectors, and in some cases, two firms. These studies are analyzed in the following sections.

2.4.2. Empirical studies

From an empirical perspective, one of the most distinguished authors in this area is

Feenstra (1999, 2004, 2010), who tries to tackle the question of why, since the beginning of the 1980s, the wage structure has changed in the United States. This change has consisted of an increase in the relative wage of skilled workers with respect to that of unskilled workers, a phenomenon that has continued into the nineties and has also appeared in other countries. In order to analyze these changes, he adduces the importance of intra-industry movements, referring to outsourcing as well as offshoring. In studying the evolution of real income from 1979 to 1995 of fulltime workers in the United States, he observes a 13.4% decrease in real income for workers with 12 years of education, and 20.2% decrease in real income for workers with fewer than 12 years of education. Yet during that same period the real income of workers with more than 16 years of education increased 3.4% (Feenstra, 2004). This has led to a dramatic increase in the wage gap between skilled and unskilled workers.

Using data for manual and non-manual workers as proxies for less skilled and more skilled workers, respectively, Feenstra shows that the relative wage of the latter in comparison to the former has been increasing since 1986, which would lead one to expect a decrease in the demand for more skilled workers. Yet this does not occur². An explanation consistent with these facts would be the relocation abroad of the demand for more skilled workers, which would lead to an increase in employment for these types of workers as well as in their wages. If this is so, in a simple model of two sectors, the production of the knowledge-intensive sectors should increase in a relative manner with respect to that of intensive sectors of unskilled workers. Given that this didn't happen in the U.S., Feenstra highlights the need to delve deeper into analysis, distinguishing between the inter-industry and intra-industry movements.

He mainly argues that the intra-industry movements are the ones that have played the biggest role. Between 1979 and 1987, employment of unskilled workers increased slightly (0.55% per year), and 0.36% of this increase was due to intra-industry movements. As far as wages are concerned, the yearly earnings of unskilled workers increased 0.72%, and 0.41% were associated with intra-industry movements. These

² Feenstra (2007) argues that non-manual workers are usually involved in the service sector, while manual ones are more likely to be found in manufacturing and goods assembly. These two categories are the equivalent of the above-mentioned white and blue collar workers.

movements could be partially explained by trade, as far as intermediate inputs are traded.

To justify this hypothesis, he introduces a model of intermediate inputs which are used in specific activities for certain industries, with a varying degree of knowledge. These activities are modeled as intermediate inputs which are traded in countries and combined to produce a final good, in a context in which physical capital is fixed in the short term and skilled and unskilled labor is chosen optimally, considering aspects such as outsourcing and the use of computers.

Using this model he argues that the movements in prices of products combined with an increase in productivity are consistent with a wage increase relative to skilled workers in the U.S. In his reasoning, he takes into consideration the fact that outsourcing, as well as the use of computers, contributes to an increase in the wages of skilled workers, although its impact varies depending on the way in which computers are used.

Also, in a more recent study, Feenstra (2010) emphasizes that current offshoring in the U.S., as well as in Europe, requires more and more skilled labor, causing an increase in intensive jobs involving advanced knowledge. Agreeing with Amiti and Wei (2005), he observes that in the period from 1992 to 2000, the impact of service offshoring on the production of manufactures caused an increase from 12% to 17% in production, while the impact of highly technological equipment on the production of manufactures caused an increase of 4% to 7% in production. These two facts would explain close to 25% of the increase in productivity, and given the fact that productivity increases about 4% every year, offshoring together with the use of highly technological equipment would contribute 1 percentage point to the growth of productivity every year, a fact clearly showing its importance.

Since the first studies of Feenstra, a significant number of investigations have been centered around analyzing if the impact on wages or employment is related to the level of education or skill of workers (Canals, 2006; Ekholm and Hakkala, 2006; Geishecker, 2006; Geishecker and Görg, 2008b; Keuschnigg and Ribi, 2009).

Canals (2006) looks at skilled and unskilled workers, investigating whether outsourcing is complimentary to or a substitute for these groups in 27 industries in the U.S (18 manufacturing and 9 services). In line with Feenstra and Hanson (1996), she considers outsourcing to be the importation of intermediate goods necessary to produce a final good or service, concluding that outsourcing is complementary to skilled labor but a substitute for unskilled labor.

Ekholm and Hakkala (2006) analyze the effect of offshoring production of intermediate inputs on labor demand in Sweden, looking at workers with different levels of education from the period 1995-2000. They use information of imported inputs from the input-output table and statistical information from the trade to create offshoring proxies for different groups of countries, differentiating between high and low income countries, as well as between countries of different regions.

In their study they focus on two types of offshoring, using a broad definition and a narrow one. The narrow definition would only include intermediate inputs imported from the same industry, and the broad definition would include intermediate inputs imported from all other industries (excluding energy). Regardless of the definition used, the results of their work suggest a negative relation between offshoring and labor demand for the group of workers with a level of education higher than secondary education, obtaining consistent and negative elasticity throughout different specifications.

Keuschnigg and Ribi (2009) focus more on analyzing the consequences of outsourcing for welfare policies in high-income economies. With an evident increase in outsourcing, which in the year 2000 reached 50% participation in domestic demand in economies of countries such as Netherlands, Sweden, or Denmark, and 60% in Belgium and Austria, they investigate the consequences of outsourcing on the wages of workers, taking into consideration aspects such as welfare, redistribution and the role of social security. Their main contribution consists of introducing risk aversion policies in the modeling of the behavior of workers. They conclude that outsourcing increases unemployment, as well as the risk that less skilled workers may enter into the workforce, increasing inequality between low and high-income groups.

On the other hand, studying the impact of international outsourcing on demand for manual workers in Germany, Geishecker (2006) shows how employment of low-skilled workers fell at a rate of 3.6% per year from 1975 to 1990 and continued to fall 1.3% per year during the nineties. In contrast, employment of high and medium-skilled workers increased at a rate of 4.3% and 2.1% per year, respectively, from 1975 to 1990 and continued to increase during the nineties at an average growth rate of 3.6% and 0.2%, respectively. In analyzing this process in greater detail, his findings show that for the manufacturing industry, the relative wages of manual workers with respect to that of non-manual workers fell 23 percentage points from 1991 to 2000, of which only 2 points can be attributed to the relative wage decrease, while 21 percentage points correspond to the relative decrease in employment of low-skilled workers.

In a complementary study, Geishecker and Görg (2008b) have found that highly-skilled German workers have experienced a wage increase due to international outsourcing, measured on the basis of the input-output tables in terms of inputs of material imports. The main contribution of the study consists of observing the role that individual knowledge plays with regard to the relationship between outsourcing and wages. The first was a study done with micro-data allowing for the identification of winners and losers of international outsourcing among workers of different knowledge groups.

Specifically, Geishecker and Görg (2008b) combined industrial data for the period from 1991 to 2000, with data from the German Socio Economic Household Panel, allowing them to use a “Mincerian Equation”, which, along with characteristics of the industry, includes variables of control, demographic traits of workers (age, marital status and geographic region of residence), characteristics related to the workplace (experience, size and property of the company) and, specifically, indicators of level of education (high, medium, low). On the basis of this equation they find that outsourcing has a negative impact on the real income of low-skilled workers, while high-skilled workers benefit from outsourcing. They conclude that low-skilled workers are the losers in globalization and high-skilled workers are the winners.

With regard to everything mentioned up to now, it would be convenient to consider some ideas that are relevant for the present investigation:

- In the past, relocation was basically for manufactures. Now it is more and more common to relocate services.
- The tendency of offshoring in places with a low cost labor market, as was common in the past, has changed. Now companies search for regions that specialize in a better knowledge of certain languages, knowledge of information technology, and knowledge of idiosyncrasies and cultural aspects that make negotiations with other countries more efficient.
- In the past, relocation was usually for activities of unskilled labor. Now relocation is based on activities that involve skilled labor and the use of technology, since firms currently see offshoring as a means of avoiding vertical integration, but at the same time as a way to penetrate new markets and carry out intra-industry trade.
- Nowadays, it is not just final goods that are traded. The increase in the volume of trade hasn't been only in the intensive margin, in other words, trading a higher quantity of the same final goods, but rather there has been an increase in the extensive margin of trade which implies trading more kinds of goods, especially intermediate goods, which has created an increase in intra-industry trade.
- Along the same lines, in the nineties there was a gap in the real income of skilled and unskilled workers. For the former, income has increased, and for the latter, it has decreased.
- Firms can seek to relocate activities, but not those that become the center of their work. For that reason, it is possible for firms which have a strong R&D factor to offshore R&D, but they would need to keep certain industrial secrets, for example, about productive processes. As a consequence, depending on the relevance of R&D for the firm, two tendencies can be seen: the first being that a team of investigators, who are those who truly understand the main processes, is maintained, and even receives a wage increase due to their fundamental role in the development of the activity and as an interlocutor for the investigators from countries providing offshoring; the second being that, on the other hand, firms that carry out processes

which do not have a high R&D factor seek to substitute their R&D staff with other foreign-based staff.

2.5. Impact of service offshoring on the domestic labor market: Three significant works

As has been previously mentioned, numerous authors have analyzed the impact of outsourcing or offshoring on labor markets, providing an abundant amount of empirical evidence and obtaining heterogeneous results due to the diverse ways outsourcing or offshoring is done, the specific aspects of the labor markets studied, the way in which data aggregation is done (industries, firms...), or the diverse methodologies used.

Continuing forward, as an illustration of the aforementioned heterogeneity, describes three empirical studies conducted by relevant authors in this field, who from a microeconomic approach and taking into account the division between skilled and unskilled workers, will measure the offshoring impact on different types of workers.

In each of the studies specified aspects are used, such as the type of data used, which could be at an industry or company level, or a combination of both; the service offshoring measure used, which is usually related to the type of data available; the modeling of the relationship between offshoring and labor market dimension analyzed is based on microeconomic foundations.

The first of these works is that of Amity and Wei (2006), which focuses on the manufacturing industry in the United States from 1992 to 2000³. They argue that offshoring can affect labor demand in three ways:

³ They use the Bureau of Labor Statistic (BLS) as a source for data and they work with data from 450 sectors that subsequently are decomposed into 96 industries. For the measures of offshoring in the manufacturing industry j in the period t , they consider 5 service industries as inputs, which are: telecommunication, insurance, finance, business services, and computing and information. The services for companies are the biggest component of the inputs, with an average participation of 12% in 2000, followed by finance (2.4%), telecommunication (1.3%), insurance (0.5%) and computing and information (0.4%). They also use the FMI's balance of payment trade data. Due to a lack of data, it is assumed that each manufacturing industry imports 2.2%.

Firstly, there may be a substitution effect through the price of goods or intermediate services, given that a fall in the price of imported services can lead to a fall in the demand for labor if the labor demand and services are substitutes within the firm.

If offshoring leads to improvements in productivity, firms may produce the same quantity of a product with fewer inputs. In this way, at the production level, firms hope that offshoring leads to a reduction in labor demand.

It can affect labor demand through a scale effect: an increase in offshoring can make the company more efficient and competitive, increasing the demand for its product and for employment.

In general, an increase in production would create a positive effect on employment, a wage increase would create a negative effect on employment, and an increase in the price of other inputs would cause a positive effect on substitute inputs.

In order to capture these effects, they start by assuming the following function of production for the industry j :

$$Y_j = A_j(oss_j, osm_j)F(L_j, K_j, M_j, S_j),$$

, where Y represents the production that is a function of work L , of capital K , of the materials M , and of the services used as inputs S , whereas A represents the technological change, which is a function of services offshoring, oss , and of goods offshoring, osm .

It is assumed that in the first stage the firm chooses the quantity of inputs that it needs to minimize costs, and in the second stage it chooses the proportion in which it will import material and service inputs to maximize benefits. It is supposed that all firms face the same input prices, including imported inputs and capital.

By maximizing benefits in the second stage, the following labor demand function would be obtained:

$$L_j = g(w_j, r_j, q^m, q^s, p_j, osm_j) / A_j(oss_j, osm_j),$$

with p being the price of the final product, r the rental rate on capital, w the wages, q^m the price of material inputs, and q^s the price of service inputs.

This equation of labor demand is estimated using the following log-log first difference specification:

$$\Delta \log l_{jt} = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta \text{oss}_{jt} + \gamma_2 \Delta \text{osm}_{jt} + \gamma_3 \Delta \log \omega_{jt} + \gamma_5 \Delta \log p_{jt} + \delta_t D_t + \delta_j D_j + \varepsilon_{jt},$$

where time fixed effects D_t and industry fixed effects D_j are included.

Based on the estimation of this equation, with data corresponding to a disaggregation of 450 sectors, Amiti and Wei (2006) conclude that there is a small negative effect of service offshoring on labor demand. However, this effect disappears when these sectors are decomposed into 96 industries, indicating that there is sufficient growth in the demand in other industries within that classification in a broad sense in order to offset any negative effect. This reflects the labor flexibility in the United States, which allows workers to move easily between industries. Therefore, we do not see net job loss associated with offshoring.

Geishecker and Görg (2008a) combine information from the United Kingdom regarding wages and the individual characteristics of workers from the British Household Panel Survey (BHPS) from 1992-2004, with data obtained from the input-output table provided by UK National Statistics⁴.

The available information regarding the workers allows them to estimate the following Mincerian Equation regarding wages for human capital:

$$\log \omega_{ijt} = \alpha + \beta X_{it} + \gamma Y_{jt} + \lambda_S \text{oss}_{jt} + \lambda_M \text{osm}_{jt} + \mu_t + \tau_i + \iota_j + \epsilon_{ijt},$$

⁴ They construct the measure for service offshoring as:

$$\text{oss}_{jt} = \frac{IS_{jt}}{Y_{jt}}$$

Where IS_{jt} represents all of the imported services and Y_{jt} represents the value of the production of the industry j in the period t .

where ω_{ijt} is the hourly wage of worker i in the industry j and the period t , defined as the average hourly gross labor earnings, including bonuses, awards, and other extra payments over the year preceding the respective interview month. X_{it} is a vector of standard demographic variables and of human capital, $osss$ is service offshoring, μ_t is the time specific effects, τ_i represents the individual specific fixed effects, and l_j the industry specific effects.

In their analysis, they highlight three levels of qualification (high, medium, and low) following the International Standard Classification of Education (ISCED), finding that service offshoring negatively affects real wages for workers with a low or medium education level, while workers with a high education level benefit from service offshoring, widening the gap between workers with different education levels, although not in significant magnitudes.

Lastly, Crinò (2010) also analyzes the effects of service offshoring with regard to the different levels of education for workers and looks at how occupations in tradable and non-tradable sectors respond to service offshoring. In doing so, he identifies as tradable those occupations that have at the same time the following characteristics: those involving routine tasks that are mechanically repeated, impersonal services that are provided which do not require face to face contact, and services that are provided which can be easily transferred from remote areas without significant loss in quality.

For empirical application, he uses information regarding employment and wages from the Occupational Employment Statistics of the Bureau of Labour Statistics for 112 occupations, of which 58 are white-collar, and for 114 industries, of which 9 are service sectors employing mainly white-collar workers during the time period from 1997 to 2006⁵.

From the information available, he measures offshoring in the industry j and the period t as the share of imported services (*IMPS*) in the total purchasing of inputs that do not involve energy, *NE*:

⁵ Moreover, since 2004 they have used public series of micro data.

$$oss_{jt} = \frac{IMPS_{jt}}{NE_{jt}}$$

From a methodological point of view, Crinò highlights two levels of disaggregation in labor demand: minor occupations and major groups containing the minor occupations. In this context, he starts his analysis by assuming the following function of production:

$$y = f(L_1^1, \dots, L_n^i, \dots, L_N^I, \delta', z'),$$

where L_n^i is the number of employees in the minor occupation n , belonging to the major group of occupations i . Moreover, in the short term the production of the representative company in each industry depends on other variable inputs included in the vector δ . Z reflects the stock of short term capital which is conditioned by several changing factors, including service offshoring and materials offshoring, among others.

From this basis, a theoretical model is formed, from which it is possible to arrive at a system of equations for the share taken up by costs in demand for different types of occupations on costs. The estimation of this system of equations allows him to obtain estimators for the elasticity of labor demand with respect to service offshoring for all white-collar occupations. Subsequently, he uses these elasticities to study the effect of offshoring with regard to the different levels of qualification of workers and the degree to which activities are tradable.

In this empirical approach, the high level of occupational detail suggests two methodological facts: In the first place, the theoretical model must reflect the decision making process within the firm with respect to the combination of occupations. In this sense, Crinò uses a model of an optimized firm which assumes weak restrictions in relation to occupations, under the assumption that technology is separable into homogeneous occupational groups. The optimization process of a firm is presented in two stages. In the first stage, the company chooses the optimal combination (that which minimizes costs) of minor occupations in each major group. In the second, it chooses the amount of work that it will contract from the different major groups.

For the solution of this model, Crinò starts by assuming that in converting service offshoring into a feasible option for companies, due to the rapid improvement of the ICTs, among other factors, they can relocate labor abroad and therefore modify domestic demand in some occupations. In this way, for example, developed countries could specialize in service activities that are more knowledge-intensive and, at the same time, opt for offshoring in other activities, possibly changing the domestic composition of employment, and thereby distance themselves from the less-skilled occupations towards more-skilled occupations. On the other hand, for those occupations whose activities are more tradable, the cost of offshoring will be reduced, a fact that will make them more likely to be subcontracted abroad, keeping a fixed level of qualification.

In order to prove these effects, they assume that offshoring acts as a shift-factor, affecting the position of the technological border. In this way, the functions of labor demand (the aggregate functions as well as those of specific occupations), will be conditioned by service offshoring, and they will be displaced as well if service offshoring changes.

The second methodological problem comes from the fact that the estimation of the equations for participation must take into account the fact that this participation in many cases consists of highly censored variables, given that certain occupations are not employed in some industries. To solve this problem, Crinò uses the Quasi Maximum Likelihood Estimation.

The analysis leads to the conclusion that service offshoring favors knowledge-intensive activities. In this sense, offshoring increases employment for highly-skilled workers, and decreases employment for medium and low-skilled workers. This result depends on the type of activity considered, and affects employment of tradable activities in a negative way, generating a positive effect in non-tradable activities.

Although the three studies described provide a basis for research in Chapter 5, the one conducted by the Amity and Wei (2006) will be the reference that has influenced this study the most, since the data available for the aforementioned chapter refers to firms, and not to workers' characteristics or different occupations.

References

- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2005a): "Fear of service outsourcing: Is it justified?", *Economic policy* 20(42), 308- 347.
- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2005b): "Service offshoring, productivity, and employment: Evidence from the United States", IMF Working Papers 05/238, International Monetary Fund. Washington, DC.
- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Blinder, A. (2006): "Offshoring: The next industrial revolution?", *Foreign Affairs* 85(2), 113-128.
- Cámara de Guipúzcoa (2005): *El fenómeno de la deslocalización: Propuesta de acciones para minimizar sus efectos*.
- Canals, C. (2006): "Outsourcing and your Collar's Color", Working Paper Series No. 03/2006, La Caixa.
- CDTI - Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (2007): "La deslocalización empresarial en España", Cuadernos CDTI de la Innovación Tecnológica.
- Comité Económico y Social Europeo, CCMI (2005): "Alcance y efectos de la deslocalización de empresas". *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Crinò, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77(2), 595-632.
- Ekholm, K. and Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor Demand: Evidence from Sweden", CEPR Discussion Papers 5648, C.E.P.R. Discussion Papers.
- European Industrial Relations Observatory (2006): *Relocation of production and industrial relations*.
- European Monitoring Centre on Change (2005): *Offshore outsourcing of business services*.
- Feenstra, R. and Hanson, G. (1999): "The impact of Outsourcing and High Technology capital on wages: Estimates for the United States, 1979 - 1990", *Quarterly Journal of Economics* 114, 907-940.
- Feenstra, R (2004): *Advanced International Trade, Theory and evidence*, Ed Princeton University Press.
- Feenstra, R. (2007): "Globalization and its impact on labour", wiiw Working Paper Series No.44, The Vienna Institute for International Economic Studies.

- Feenstra, R. (2010): *Offshoring In The Global Economy: Microeconomic structure and Macroeconomic Implications*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Geishecker, I. (2006): "Does *outsourcing* to Central and Eastern Europe really threaten manual workers' jobs in Germany?", *The World Economy* 29(5), 559-583.
- Geishecker, I., and Görg, H. (2008a): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", Research Paper 2008/22, The University of Nottingham.
- Geishecker, I., and Görg, H. (2008b): "Winners and losers: A micro-level analysis of international outsourcing and wages", *Canadian Journal of Economics* 41(1), 243-270.
- Glass, A.J. and Saggi, K. (2002): "Innovation and wage effects of international outsourcing", *European Economics Review* 45, 67-86.
- Jensen, P. (2009): "A learning perspective on the offshoring of advance service", *Journal of international Management* 15, 181 – 193.
- Keuschnigg, C., and Ribi, E. (2009): "Outsourcing unemployment and welfare policy", *Journal of international Economics* 78, 168-176.
- Markusen, J. (2005): "Modeling the offshoring of white-collar services: from comparative advantage to the new theories of trade and foreign direct investment", NBER working papers series 11827.
- Metters, R. and Verma, R. (2008): "History of offshoring knowledge services", *Journal of Operations Management* 26, 141-147.
- Mitra, D., and Ranjan, P. (2008): "Temporary shocks and offshoring: The role of external economies and firm heterogeneity", *Journal of Development Economics* 87, 76-84.
- Muñoz, M. (2002): "Deslocalización sectorial de la inversión directa extranjera en España", *Boletín Económico de Información Comercial Española* 2744, 19-30.
- Trefler, D. (2005): "Service offshoring: Threats and opportunities", *Brookings Trade Forum* 35-60.
- Youngdahl, W., Ramaswamy, K., and Verma, R. (2008): "Introduction to the Special Issue: Exploring new research frontiers in offshoring knowledge and service processes", *Journal of Operations Management* 26, 135-140.

Chapter 3: R&D offshoring by Spanish firms. A preliminary assessment

3.1. Introduction

Although the literature on determinants of service offshoring and, in particular, R&D service offshoring, has grown substantially in the last few years, there is still relatively very little information on this subject which looks at individual firm data. Some exceptions include research done by Jabbour and Zuniga (2009), García-Vega and Huergo (2010, 2011), or Holl and Rama (2012). In particular, the last two pairs of researchers have looked into different aspects of international outsourcing or R&D offshoring in Spain using information from the Technological Innovation Panel (*Panel de Innovación Tecnológica*, henceforth referred to using its Spanish acronym PITEC).

Using this database, the purpose of this chapter is, on the one hand, to give an idea of the magnitude of this phenomenon in Spain, updating the available data to the present, and, on the other hand, to do a preliminary analysis on the determinants of R&D offshoring, which could be a starting point for different deeper analyses in the following chapters.

I will begin by describing in detail the database used and then make some specific observations regarding relevant information from this database. Following that, through a statistical description and the construction and association of some variables, I will first look at what could be the determinants of R&D offshoring by Spanish firms. In order to do so, it is important to remember that the concept of R&D offshoring includes international outsourcing of R&D services, as well as R&D purchases consisting of technology transactions within a group. More specifically, within this concept of offshoring I also consider the purchases of R&D services that firms located in Spain make from other firms in their same group, but which are located abroad.

In this sense, differing from previously mentioned studies, the main focus of this chapter is to provide results not only for the sample of Spanish firms from PITEC, but to distinguish (and compare) between two subsets of firms: independent firms, and firms belonging to business groups, which, due to their links to other firms in their groups,

have the possibility to do R&D offshoring within the group. Furthermore, it also incorporates a separate analysis of R&D offshoring determinants for manufacturing and service firms.

The results obtained from this exploration will be contrasted with the help of a few simple econometric models, with the goal of arriving at more solid conclusions on different aspects of Spanish firms' behavior that economic theory can connect to offshoring.

3.2. R&D offshoring in innovative Spanish Firms from PITEC

PITEC is a statistical database created in the format of panel data and the result of the joint effort by the Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT), the National Statistics Institute (INE), and the Cotec Foundation together with the assessment by a group of academic experts, and its goal is to facilitate the monitoring of technological innovation activities by Spanish firms¹⁷. The panel is selected on the basis of two national surveys carried out by the INE in the innovation sector: "Survey on Technological Innovation of Firms" and "Statistics on R&D Activities". PITEC was started in the year 2003 with two representative samples: the sample of firms with 200 or more workers (with an estimated representation of 73%) and the sample of companies with internal R&D expenditures. In 2004 the panel was expanded to include a sample of firms with fewer than 200 employees and external expenditures on R&D but without internal R&D, and a representative subsample of firms with fewer than 200 workers and without innovation expenditures.

At the time of writing this thesis, PITEC has been updated to the year 2010, and includes information relative to some economic data and to technological activities carried out by approximately 12,500 firms. In this chapter, and in the following ones, I will use information exclusively from the time period from 2004 to 2010, since the year 2003

¹⁷ PITEC is publicly available to researchers on the FECYT website: http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx. The files accessible on this site correspond to the files from the database maintained by INE, except for the "anonymization" of a series of variables so that corresponding firms cannot be identified. Although this anonymization could produce a bias in the results of the following analysis, López (2011) shows that the biases that can be expected are small through the comparison of regressions that use original and harmonized data alternatively.

presents problems of comparability due to the enlargement of the sample number in 2004. Furthermore, the analysis is specifically circumscribed to innovative firms, understanding them to be firms with innovation expenditures, a concept that follows the Oslo Manual of the OECD (2006) and includes internal R&D expenditures, the acquisition of R&D services (external R&D), the acquisition of machinery, equipment and software, the acquisition of other external knowledge, and spending on training and marketing. In PITEC, R&D services are defined as creative work that is used to increase the volume of knowledge and to create new or better products and processes, including the development of software. It is important to highlight that the acquisition of software, royalties, or physical investments is not included in this concept.

There are around 7,500 firms with innovation expenditures each year, and they belong to the sectors of manufacturing, services, construction, energy and water, agriculture and extractive activities. In Table 3.1, you can see that the manufacturing sector represents almost 60% of the sample firms.

Table 3.1. Number of innovative firms by economic sector

Sector	Years						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Manufacturing	4,063	4,849	4,582	4,170	3,818	3,524	3,187
Services	2,169	3,021	2,682	2,451	2,355	2,219	2,066
Construction	177	227	216	208	188	158	145
Energy and Water	92	116	109	106	93	91	87
Agriculture	102	126	126	113	89	85	80
Extractive	31	33	31	27	27	18	18
Total	6,634	8,372	7,746	7,075	6,570	6,095	5,583

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Table 3.2 shows two groups: innovative companies that do offshoring and those that do not, using as a measurement of offshoring the purchasing of R&D services outside Spain (without taxes) from firms (from the same group or not), public bodies, universities, nonprofit private institutions, and other international organizations. As shown in the table, around 93% do not offshore and approximately 7% do. These percentages are constant throughout the time period.

When differentiating between manufacturing and service firms (see Table 3.3) it is clear that there are more processes of R&D offshoring in the manufacturing sector than in the service sector. On average, 8% of the manufacturing firms with research expenditures do offshoring while the percentage is 5% for service firms. The percentage of offshorers is greater in the manufacturers of medium-high technology, 9%, and only 7% in low-technology firms. The trend is the same for service firms: 6% of firms in medium-high technology sectors do offshoring, while that figure is only 3% for low-technology firms.

Table 3.2. R&D offshoring from 2004 to 2010

Firms	Years						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Non-R&D offshorers	6,170 (93.0)	7,867 (94.0)	7,274 (93.9)	6,619 (93.6)	6,115 (93.1)	5,658 (92.8)	5,161 (92.4)
R&D offshorers	464 (7.0)	505 (6.0)	472 (6.1)	456 (6.4)	455 (6.9)	437 (7.2)	422 (7.6)
Total	6,634	8,372	7,746	7,075	6,570	6,095	5,583

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Note: Percentages over the total in each column are shown between parentheses.

Table 3.3 R&D offshoring by technology type, 2004 - 2010

Economic Activity	Technology Type	Non-R&D offshorers	R&D offshorers	Total
Services	Low-Technology	9,824 (96.6)	345 (3.4)	10,169 (100)
	Medium-High Technology	6,353 (93.5)	441 (6.5)	6,794 (100)
	Total	16,177 (95.4)	786 (4.6)	16,963 (100)
Manufacturing	Low-Technology	11,304 (93.4)	799 (6.6)	12,103 (100)
	Medium-High Technology	14,645 (91.0)	1,445 (9.0)	16,090 (100)
	Total	25,949 (92.0)	2,244 (8.0)	28,193 (100)
Total		42,126	3,030	45,156

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Notes: Data correspond to the number of observations in the sample. Percentages over the total in each row are shown between parentheses.

As was previously mentioned, PITEC shows a distinct representation of firm size due to the different type of sampling done for firms with more than 200 employees (henceforth large firms) and firms with fewer than 200 workers (henceforth SMEs). When distinguishing between different sizes and sectors of activity¹⁸ (Tables 3.4 and 3.5), it is observed that when firm size is greater, in the majority of the cases, the percentage of firms that offshore R&D increases. In the following tables we can see that there is a higher percentage of R&D offshorers, both for the manufacturing sector as well as for the service sector, for activities that require more technological intensity.

Table 3.4. R&D offshoring by size. Manufacturing
(Percentage of offshorers of the total number of innovative firms in that stratum)

Activity Sector	Fewer than 200 employees	More than 200 employees	Total
Petroleum industries	0.00	64.71	64.71
Food, beverages and tobacco	2.91	8.04	4.41
Textile	6.36	11.40	6.88
Wearing apparel	5.31	3.33	4.92
Leather and footwear	2.83	18.52	4.38
Wood and cork	2.12	2.33	2.16
Paper and paper products	4.01	22.64	10.14
Printing and reproduction of recorded media	3.54	15.22	5.51
Chemicals and chemical products	5.99	18.66	7.83
Pharmacy	18.97	42.79	29.06
Rubber and plastic products	6.20	25.48	9.65
Nonmetallic mineral products	4.01	20.26	8.46
Basic metals	7.06	15.76	11.14
Metal products (except machinery and equipment)	4.27	4.13	4.25
Computer, electronic and optical products	4.68	15.79	6.25
Electrical equipment	7.09	25.71	10.86
Machinery and equipment	3.39	14.54	4.64
Motor vehicles, trailers, and semi-trailers	7.17	29.91	17.96
Shipbuilding	6.17	29.41	10.20
Air and spacecraft	3.39	30.77	17.74
Other transport equipment	13.56	26.98	18.23
Furniture	2.18	7.38	2.92
Other manufacturing	4.99	24.73	7.56
Repair and installation of machinery and equipment	1.25	0.00	1.18

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

¹⁸ See the correspondence between the employee classification and the CNAE-2009 (CNAE is a Spanish acronym for National Classification of Economic Activities) in Appendix 3.1.

Table 3.5. R&D offshoring by size. Services
(Percentage of offshorers of the total number of innovative firms in that stratum)

Activity Sector	Fewer than 200 employees	More than 200 employees	Total
Wholesale and retail trade	3.62	4.25	3.77
Transportation and storage	2.71	4.00	3.45
Accommodation and food services activities	0.00	3.61	2.48
Telecommunications	7.04	5.00	6.35
Programming, consultancy & other act. of information	3.00	1.26	2.84
Other information and communication services	4.73	2.38	4.16
Financial and insurance activities	4.31	3.16	3.46
Real estate activities	5.00	0.00	3.53
R&D services	13.36	25.20	14.09
Other activities(except R & D services)	4.09	3.21	3.98
Administrative and support service activities	2.68	3.36	3.00
Education	0.95	5.88	1.32
Human health and social work activities	0.75	0.69	0.72
Art, entertainment and recreation	0.00	4.88	2.60
Other service activities	3.57	0.00	3.24
Total	4.91	3.69	4.63

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

As I mentioned in Chapter 2 of this thesis, experts on offshoring usually differentiate between the following two cases: when suppliers are firms from the same business group, and when purchases are made from the market; in other words, when suppliers are firms outside the group, public bodies, universities, etc. In Table 3.6, we see the number of observations corresponding to firms from PITEC that offshore R&D and whether these firms belong to a group or not, specifying if the suppliers of R&D services are firms from the group or other firms and institutions. It is obvious that firms not belonging to business groups can only acquire R&D services outside the group. On the other hand, it is worth mentioning that even in multinational firms, the majority of offshoring consists of suppliers outside the group and only in a small percentage of cases (9.2%) do firms combine suppliers of both types.

The intensity of purchases is calculated as the percentage of purchases of foreign R&D services of the total amount of R&D purchases (external R&D). In Table 3.7 we can see that regardless of whether the firm has a group or not, offshorers tend to combine

foreign purchases with purchases in Spain. Nevertheless, the percentage of purchases outside Spain is higher in firms that belong to a group. Moreover, it is worth mentioning that the intensity of international R&D outsourcing is also higher in firms with a group, which would at first seem to contradict the findings put forward by Jabbour and Zuniga (2009) for a sample of French firms from 1993 to 2001, according to which individual firms were the most active in international R&D outsourcing. This is one of the issues which will be more deeply analyzed in the following paragraphs.

Table 3.6. R&D offshorers

Firms	Purchasing within group	Purchasing outside group (international outsourcing)	Purchasing within and outside group^{a)}	Total
With group	955 (44.2)	1,405 (65.0)	199 (9.2)	2,161
Without group	0 (0.0)	1,053 (100.0)	0 (0.0)	1053
Total	955 (29.7)	2.458 (76.5)	199 (6.2)	3,214

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Notes: Percentages over the total of each row are shown between parentheses. ^{a)} This column is included in the previous ones.

**Table 3.7. R&D offshoring intensity
(Percentage of R&D imports of the total amount of R&D purchases)**

Firms	Purchasing within group	Purchasing outside group (International Outsourcing)	Total
With group	7.98	6.32	14.29
Without group	0.00	5.09	5.09
Total	3.64	5.65	9.29

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Note: Percentage calculated for offshorers with corresponding purchases.

Observing these regularities you may ask, what leads a firm to purchase directly from the market or from firms of their group? Or, why do they sometimes choose a

combination of these two channels? I will now take a first look at some of these questions, leaving a more detailed analysis of each one of these channels for the following chapters, with the hope of gaining a better understanding of the implications of this behavior.

With the goal of knowing the reasons why Spanish firms offshore R&D services, in this section I consider some econometric models which allow us to gain a better understanding of the development of this process. I only take into consideration innovative firms, which are considered as firms that have innovation expenditures. The analysis is done by distinguishing between manufacturing firms and service firms, which together represent 94% of the sample firms.

The selection of variables as determining factors for the decision to offshore R&D follows the previous literature on the subject. In particular, the following aspects are considered:

Exporting character

The importance of this aspect has been studied by authors such as Bernard et al. (2007) who confirm that when comparing exporting firms with non-exporting firms, exporting firms are larger, more productive, more capital-intensive and knowledge intensive, and pay higher wages. In the specific case of R&D markets, it is likely that since exporting firms have previous knowledge about foreign markets it is easier for them to find foreign suppliers of R&D services that adapt to their needs.

On these lines, the work by Jabbour and Zuniga (2009), García-Vega and Huergo (2011), and Holl and Rama (2012) gather clear evidence of the positive relation between the exporting character of firms and international R&D outsourcing. I seek to explain this dimension by using two variables: a dummy variable that indicates if the firm exports or not and a measurement of export intensity, which is constructed as the total number of exports over total employment. In order to avoid problems of simultaneity, these variables are put into the estimations lagged one period.

Foreign subsidiary

Mayer and Ottaviano (2008) emphasize that firms which make foreign direct investments achieve better performance than exporters. In this sense, it could be more profitable to invest in foreign external R&D. Moreover, the local roots of foreign subsidiaries could benefit multinational firms if they are able to adapt their product to the national demand and regulations, or more easily absorb new knowledge from their host country through their relations to customers/clients, suppliers or competitors. Along these lines, García-Vega and Huergo (forthcoming) find that subsidiaries of foreign multinational firms which acquire R&D services through the group are more innovative than the average of innovative Spanish firms. All of this leads one to expect a different behavior of foreign subsidiaries in relation to domestic firms.

For example, as was previously mentioned, Jabbour and Zuniga (2009) gather evidence which shows that individual firms appear to be more active in international R&D outsourcing than firms that belong to business groups in their analysis of a sample of French manufacturing firms from 1993 to 2001. Holl and Rama (2012) specifically study the importance of this dimension by using the information from PITEC from 2005 to 2009. They analyze the interrelation between the decisions to do national R&D outsourcing, R&D offshoring, national and international cooperation for innovation as external technological sources, distinguishing for the analysis between foreign subsidiaries and national firms. Their results suggest that not only are these choices interdependent, but the behavior of foreign subsidiaries is different. In comparison with national subsidiaries, foreign subsidiaries show less propensity towards national R&D outsourcing, as well as towards R&D offshoring.

In order to take this peculiarity into consideration, from the data in PITEC, in this thesis I identify the foreign subsidiaries through a dummy variable which takes the value of 1 if the firm is a private subsidiary with at least 50% participation of foreign capital. Also taken into consideration will be whether or not firms belong to business groups. In the case of individual firms (understanding them to be those not belonging to business groups,) international R&D outsourcing and R&D offshoring are the same thing. Nevertheless, in the case of firms which belong to business groups, R&D offshoring also

includes purchases that subsidiaries or associated Spanish firms make from other firms belonging to their same group abroad.

R&D employment

Representatives of the theory of human capital (Hamermesh, 1980, 1993; Kremer, 1993; Dunne and Schmitz, 1992) highlight the complementarity between physical and human capital, the advantages derived from grouping qualified workers with other qualified workers, and the improved capacity to amortize fixed costs associated with hiring qualified workers. For this reason, it seems logical to think that R&D employment would be complementary to R&D offshoring.¹⁹ Moreover, according to the efficient-wage theory, firms would have to use less effort in their supervision and control of these workers. In order to reflect qualified employment, the information in PITEC allows us to distinguish what part of a firm's total employment corresponds to R&D researchers. The term researcher refers specifically to professionals who work on the creation of new concepts, products or processes, methods and systems, and on the management of their respective projects.

Factors that hinder innovation

In general, It is expected that obstacles to innovation have a negative effect on the decision to invest in technological activities and, therefore, on the decision to offshore R&D (see Garcia and Huergo, 2011). According to Chaney (2005), when faced with fixed costs associated with exporting and liquidity restrictions, for some firms it would be profitable to export, but they decide not to because of their qualms due to the fact that they assume their liquidity is not sufficient. Analyzing PITEC, we may assume that lack of financing and lack of information are factors that make innovation difficult. The lack of financing is associated with the lack of a firm's own funds, the lack of external financing, and innovation costs. In the survey firms value each one of these factors on a scale of 0-3 (irrelevant, low importance, medium importance, or high importance), the average of the factors serving as an indicator of lack of financing. As for the lack of information, two aspects are taken into consideration: the lack of information on

¹⁹ This relation is analyzed in detail in Chapter 4 of this thesis.

technology and lack of information on markets. The way to quantify them is the same as in the previous case.

Information sources for innovation

These variables allow us to know how focused a firm is on the market, and one would expect the most focused firms to gain more benefit with offshoring. PITEC firms have information about the importance of institutional, internal, and market sources in order to do innovation. From these sources they gain information for new innovative projects or to complete ongoing innovative projects.

In the case of institutional sources, PITEC takes into consideration whether the information comes from universities or other higher education centers, from public research bodies or from technology centers. The sources from the market refer to whether the information was obtained from suppliers of equipment, material, components or software, from clients, competitors or other firms from the same branch of activity, or by consultants, commercial laboratories or private R&D institutions. As a final step, internal sources refer to whether information comes from the same firm or from the firm group. In PITEC, firms indicate if these sources of information have a high, medium, or low importance, or no importance at all. Based on the answers, in this analysis I have assigned for each of the three source types a dummy variable taking the value of 1 if the evaluation given by the firm to that source type is high, and zero if otherwise.

Continuity of technological activities

Given the specific character of offshoring analyzed, you can assume that the continuity of technological activities stimulates the hiring of R&D services, either in Spain or abroad. In this sense, PITEC firms declare if they have performed continuous R&D activities and if they have applied for patents in the last three years.²⁰ With this information, I have

²⁰ As Barajas et al. (2012) show, applying for patents from the European Patent Office by Spanish firms is concentrated in the sectors of medium-high-technology and, especially, in manufacturing firms. Firms that apply for patents are larger than the rest, and in more than 30% of the cases they have developed R&D

created two dummy variables taking the value of 1 if, respectively, the firm engages in R&D continuously or if it has applied for patents in the current year or in the previous two years.

Other control variables

Finally, included as control variables are firm size (measured as the logarithm of the number of workers) and whether the firm belongs to a sector of medium-high technology according to the classification CNAE (Spanish acronym for *Clasificación Nacional de Actividades Económicas*, in English: National Classification of Economic Activity) 2009. It is expected that this last variable positively affects R&D offshoring. As for firm size, several authors have analyzed the relation size has to technological inputs. For example, Chang and Robin (2006) confirm that firm size is a key variable to explain R&D intensity and technology imports in Taiwanese manufacturing firms, following the pattern of the inverted U.

The main statistics describing these variables can be found in Table 3.8.

projects financed by the CDTI (Spanish acronym for *Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial*, in English: Center for Industrial Technological Development) in the previous 5 years.

Table 3.8. Descriptive statistics of main variables

Variables	Average	Standard Deviation
R&D offshoring (in logarithms)	0.76	2.89
R&D offshorer ^d	0.07	0.25
R&D offshorer outside the group ^d	0.05	0.22
R&D offshorer within the group ^d	0.02	0.14
R&D offshoring outside the group (in logarithms)	0.56	2.43
R&D offshoring within the group (in logarithms)	0.25	1.77
Exporter (t-1) ^d	0.59	0.49
Export intensity (t-1) (in logarithms)	5.82	5.10
Obstacles to innovation:		
Lack of financing	1.84	0.89
Lack of information	1.24	0.78
Information sources for innovation:		
Institutional sources of information ^d	0.18	0.39
Market sources of information ^d	0.54	0.50
Internal sources of information ^d	0.41	0.49
Continuous R&D engagement ^d	0.78	0.42
R&D employment (number of workers)	18.71	25.79
Subsidiary ^d	0.08	0.27
Patent applicant ^d	0.17	0.37
Size (in logarithms)	4.12	1.54
Size squared (in logarithms)	19.33	14.38
Medium and high-tech manufacturing ^d	0.33	0.47
Medium and high-tech services ^d	0.14	0.35

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: d= dummy variable. (t-1) indicates that the variable is lagged one period.

3.3. Determinants of the decision to offshore R&D in innovative Spanish firms

With the goal of analyzing firms' decisions to offshore R&D or not, a Probit model is used, in which the dependent variable relates to explanatory variables through a nonlinear function. In this case, the specification of the Probit model implies using the normal distribution of the error term.

This model can be expressed as:

$$doss_{it} \begin{cases} = 1 & \text{if } \pi oss_{it}^* = F(X_{it}'b + u_{it}) > 0 \\ = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad [1]$$

where $doss_{it}$ represents the decision of the firm i in the year t to buy foreign R&D services, as a binary variable taking the value of 1 when the firm does R&D offshoring and 0 otherwise, πoss^* is a latent variable that can be interpreted as the benefits expected from that decision, X is the vector of explanatory variables and u is the error term, which has a normal distribution with an average of 0 and a variance of 1.

As explanatory variables for this Probit model the previously mentioned variables are used: exporter character, obstacles to innovation, sources of information for innovation, continuous R&D engagement, R&D employment, subsidiaries, patents, size, and technology type.

The estimation of this Probit model is done for all firms, for firms that belong to a group and those that do not. In the first 3 columns of Table 3.9 the results are shown, considering all the information as a pool. These three regressions are done as a Probit model of random effects, with the goal of taking into account the structure of the panel data (see the last three columns of Table 3.9).

Table 3.9. Determinants of the decision to offshore R&D

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
Exporter (t-1)	0.280*** (0.028)	0.262*** (0.039)	0.304*** (0.041)	0.375*** (0.061)	0.365*** (0.090)	0.426*** (0.086)
Lack of financing	-0.021 (0.015)	0.012 (0.020)	-0.057*** (0.022)	0.009 (0.032)	0.062 (0.045)	-0.055 (0.048)
Lack of information	-0.032* (0.016)	-0.059*** (0.023)	0.002 (0.024)	-0.003 (0.035)	-0.096* (0.05)	0.097* (0.051)
Institutional sources of information	0.121*** (0.028)	0.151*** (0.037)	0.078* (0.042)	0.129** (0.057)	0.133* (0.081)	0.187** (0.085)
Market sources of information	0.145*** (0.036)	0.167*** (0.048)	0.132** (0.054)	0.242*** (0.070)	0.244** (0.098)	0.257** (0.105)
Internal sources of information	-0.041 (0.034)	-0.078* (0.046)	0.011 (0.051)	-0.06046 (0.068)	-0.07238 (0.096)	-0.04565 (0.099)
Continuous R&D engagement	0.265*** (0.036)	0.258*** (0.051)	0.240*** (0.052)	0.427*** (0.076)	0.485*** (0.114)	0.358*** (0.105)
R&D employment	0.012*** (0.001)	0.014*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.018*** (0.001)	0.021*** (0.002)	0.016*** (0.002)
Subsidiary	0.445*** (0.034)	0.331*** (0.036)		0.483*** (0.076)	0.343*** (0.081)	
Patent applicant	0.309*** (0.026)	0.321*** (0.035)	0.272*** (0.041)	0.366*** (0.055)	0.343*** (0.075)	0.365*** (0.085)
Size	0.488*** (0.039)	0.591*** (0.063)	0.441*** (0.073)	0.832*** (0.106)	1.043*** (0.179)	0.700*** (0.182)
Size squared	-0.026*** (0.004)	-0.035*** (0.005)	-0.033*** (0.009)	-0.039*** (0.010)	-0.058*** (0.016)	-0.051*** (0.022)
Medium & high-tech manufacturing	0.144*** (0.026)	0.173*** (0.034)	0.065 (0.041)	0.374*** (0.073)	0.490*** (0.104)	0.215** (0.107)
Medium & high-tech services	-0.084** (0.040)	-0.202*** (0.062)	0.027 (0.053)	0.081 (0.104)	-0.064 (0.171)	0.231* (0.131)
Constant	-3.933*** (0.110)	-4.115*** (0.191)	-3.656*** (0.163)	-7.330*** (0.312)	-7.905*** (0.550)	-6.651*** (0.442)
Number of observations	31,425	12,659	18,766	31,425	12,659	18,766
Number of Firms				7,886	3,393	5,238

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The estimated coefficients are shown. Estimated standard errors between parentheses. (t-1) means the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, 5% and 10% respectively.

The results from these estimations are the expected ones according to economic theory. In this sense, being an exporter, continuous R&D engagement, applying for patents, being a subsidiary and firm size are factors that positively affect R&D offshoring.

Also, market sources of information have a greater effect than institutional sources, while internal sources appear to have no effect, which would lead one to believe that firms which are more focused on the market perform more activities of R&D offshoring.

The lack of financing seems to only lightly affect firms not belonging to a group. On the other hand, lack of information seems to have greater repercussions on the firms that belong to a group, reducing their R&D offshoring.

Analyzing the marginal effect of the Probit model (Table A.3.1 of Appendix 3)²¹ I find that when a firm is an exporter, the probability of undertaking R&D offshoring increases by 2.8 percentage points, increasing even more when the firm belongs to a group: 4.3 percentage points. The lack of financing, which seems only to affect firms not belonging to a group, reduces the probability of undertaking R&D offshoring by approximately 0.4 percentage points. The lack of information mainly affects firms that belong to a group, reducing the offshoring probability by approximately 1 percentage point.

The market sources of information have a positive effect on R&D offshoring, increasing the probability by 1.5 for all firms and by 2.9 for firms that belong to the group. Institutional sources also show a positive effect of 1.4 percentage point for all firms and 2.8 for firms that belong to a group.

When firms of the manufacturing and service sectors are analyzed separately, we see that the trends for all firms are maintained, although the magnitude of the effects differs between both firm groups.

As for the manufacturing sector (see Table 3.10), the size of the firm, R&D employment, and whether the firm belongs to medium-high technology sectors seem to have a greater

²¹ As expected, the marginal effects corresponding to the Probit model of random effects are of a small magnitude, given that for its estimation, only information from firms which change their status is used.

effect on the decision to offshore. In turn, in the case of an exporting firm, the trend is the same as the trend for all firms, although the probability increases only by 2.0 percentage points, or 3.1 when the firm belongs to a group (Table A.3.2 of Appendix 3).

For this case, the lack of financing does not seem to affect the dependent variable, even for firms not belonging to a group. In turn, the lack of information reduces the possibility of doing offshoring by approximately 0.5 percentage points for all manufacturing firms and by 1.5 for firms that also belong to a group.

At the same time, the institutional sources of information and information obtained from the market have the same positive relation to R&D offshoring as in the case of all firms, with the institutional source being more relevant' its impact reaching 3.2 percentage points for firms that belong to a group. The rest of the variables show the expected sign and follow the trends of all firms.

In the service sector (see Table 3.11), being an exporting firm, R&D employment, applying for patents, and firm size all positively affect the decision to buy foreign R&D services in the three firm groups considered. Nevertheless, market sources of information and continuous R&D engagement have a positive effect on firms that belong to a group and do not seem to affect firms without a group.

Table 3.10. Determinants of the decision to offshore R&D. Manufacturing Firms

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
Exporter (t-1)	0.192*** (0.045)	0.177*** (0.061)	0.210*** (0.065)	0.236** (0.099)	0.149 (0.14)	0.367*** (0.142)
Lack of financing	-0.004 (0.019)	0.012 (0.025)	-0.030 (0.031)	0.058 (0.046)	0.070 (0.061)	0.0132 (0.07)
Lack of information	-0.046** (0.022)	-0.079*** (0.030)	0.009 (0.034)	-0.034 (0.049)	-0.162** (0.069)	0.108 (0.074)
Institutional sources of information	0.132*** (0.039)	0.156*** (0.050)	0.079 (0.062)	0.049 (0.088)	-0.029 (0.118)	0.220 (0.135)
Market sources of information	0.147*** (0.05)	0.140** (0.066)	0.176** (0.078)	0.225** (0.105)	0.239* (0.14)	0.251 (0.163)
Internal sources of information	-0.010 (0.048)	-0.023 (0.064)	-0.003 (0.074)	-0.054 (0.102)	-0.014 (0.139)	-0.147 (0.156)
Continuous R&D engagement	0.271*** (0.048)	0.216*** (0.067)	0.316*** (0.071)	0.447*** (0.105)	0.439*** (0.154)	0.432*** (0.147)
R&D employment	0.015*** (0.001)	0.021*** (0.002)	0.011*** (0.001)	0.026*** (0.003)	0.039*** (0.005)	0.018*** (0.004)
Subsidiary	0.374*** (0.041)	0.281*** (0.044)		0.589*** (0.106)	0.464*** (0.115)	
Patent applicant	0.299*** (0.034)	0.272*** (0.044)	0.312*** (0.056)	0.353*** (0.077)	0.289*** (0.101)	0.448*** (0.121)
Size	0.534*** (0.07)	0.700*** (0.109)	0.437*** (0.142)	0.934*** (0.205)	1.273*** (0.337)	0.878** (0.364)
Size squared	-0.021*** (0.007)	-0.035*** (0.010)	-0.027 (0.016)	-0.026 (0.020)	-0.051* (0.030)	-0.061 (0.043)
Medium & high-tech manufacturing	0.098*** (0.032)	0.088** (0.042)	0.065 (0.051)	0.252*** (0.095)	0.278** (0.133)	0.164 (0.136)
Constant	-4.233*** (0.195)	-4.568*** (0.325)	-3.839*** (0.321)	-8.243*** (0.586)	-9.157*** (1.006)	-7.497*** (0.865)
Number of observations	16,955	7,072	9,883	16,955	7,072	9,883
Number of Firms				4,714	2,043	3,068

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The estimated coefficients are shown. Estimated standard errors between parentheses. (t-1) means the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, 5% and 10% respectively.

Table 3.11. Determinants of the decision to offshore R&D. Services firms

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
Exporter (t-1)	0.306*** (0.048)	0.187*** (0.072)	0.391*** (0.064)	0.424*** (0.102)	0.436*** (0.168)	0.481*** (0.131)
Lack of financing	-0.069** (0.029)	-0.017 (0.046)	-0.106*** (0.039)	-0.088 (0.062)	-0.005 (0.105)	-0.152* (0.079)
Lack of information	0.007 (0.033)	-0.008 (0.051)	0.010 (0.044)	0.037 (0.066)	-0.001 (0.112)	0.052 (0.084)
Institutional sources of information	0.048 (0.054)	0.065 (0.083)	0.047 (0.071)	0.143 (0.103)	0.250 (0.179)	0.113 (0.131)
Market sources of information	0.126* (0.07)	0.272*** (0.104)	0.008 (0.096)	0.249* (0.132)	0.452** (0.217)	0.146 (0.172)
Internal sources of information	0.017 (0.065)	-0.112 (0.097)	0.126 (0.089)	0.078 (0.122)	-0.096 (0.201)	0.214 (0.159)
Continuous R&D engagement	0.123* (0.072)	0.206* (0.107)	0.045 (0.098)	0.304** (0.15)	0.394 (0.247)	0.235 (0.195)
R&D employment	0.009*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.014*** (0.002)	0.013*** (0.003)	0.014*** (0.002)
Subsidiary	0.630*** (0.083)	0.554*** (0.089)		1.033*** (0.187)	0.891*** (0.213)	
Patent applicant	0.273*** (0.056)	0.282*** (0.087)	0.265*** (0.075)	0.426*** (0.115)	0.441** (0.191)	0.371** (0.148)
Size	0.499*** (0.064)	0.423*** (0.105)	0.628*** (0.119)	0.805*** (0.157)	0.731*** (0.278)	0.893*** (0.253)
Size squared	-0.041*** (0.007)	-0.036*** (0.01)	-0.062*** (0.015)	-0.064*** (0.016)	-0.059** (0.025)	-0.082*** (0.031)
Medium & high-tech services	0.053 (0.052)	0.047 (0.081)	0.059 (0.069)	0.220* (0.126)	0.305 (0.219)	0.223 (0.157)
Constant	-3.519*** (0.172)	-3.290*** (0.314)	-3.658*** (0.247)	-6.459*** (0.474)	-6.631*** (0.886)	-6.359*** (0.631)
Number of observations	8,952	3,039	5,913	8,952	3,039	5,913
Number of Firms				2,771	1,053	1,932

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The estimated coefficients are shown. Estimated standard errors between parentheses. (t-1) means the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, 5% and 10% respectively.

Analyzing the marginal effects (Table A.3.3 of Appendix 3), it is clear that being an exporting firm increases the probability of undertaking R&D offshoring by 2.9

percentage points, with a larger impact for manufacturing firms and more relevance for firms not belonging to a group, where the percentage points reach a value of 3.1.

Unlike the manufacturing sector, the lack of financing reduces the offshoring probability by 0.7 percentage points in service firms not belonging to a group. On the other hand, lack of information does not seem to affect these firms.

With regard to information sources for innovation, only information from the market affects the probability of undertaking R&D offshoring, especially in firms that belong to a group, reaching 3.3 percentage points. The other variables behave according to what is expected and follow the trends of all firms and of manufacturing firms.

As observed when analyzing the distribution of R&D offshorers, depending on the nationality of the suppliers (Table 3.6), only a small percentage (9.2%) of firms that belong to a business group usually make purchases of R&D from within the group as well as outside the group while the majority have to choose a channel (the group or the market) when they make purchases of foreign R&D. As a way to further explore the behavior of the firms that belong to a group, a multiple decision model is estimated. This allows us to gain a better understanding of the elements that lead firms to choose different channels at the moment of offshoring R&D.

The chosen model is a multinomial model, where the function of distribution of the error term is a logistical function, and where the firm's process of choosing does not imply any order. In this case, the dependent variable represents the different alternatives associated with R&D offshoring. In this way *moss* is a categorical variable that takes the following values:

- *moss*=0, if the firm does not do R&D offshoring;
- *moss*=1, if the firm does R&D offshoring only within the group;
- *moss*=2, if the firm does R&D offshoring only through the market;
- *moss*=3, if the firm does R&D offshoring both within the group and through the market.

As Cabrer et al. (2001) suggest, this focus is based on the theory of the utility of the economic agent. In this case, firms will choose the strategy that generates a greater utility. In other words, assuming that U_{i0}, U_{i1}, U_{i2} y U_{i3} represent the utility of the 4 alternatives for firm i -th, it will choose a certain strategy if the utility that results is greater than that of the rest of the strategies):

$$moss_i = \begin{cases} 0 & \text{if } U_{i0} > U_{im} \quad \forall m \neq 0 \\ 1 & \text{if } U_{i1} > U_{im} \quad \forall m \neq 1 \\ 2 & \text{if } U_{i2} > U_{im} \quad \forall m \neq 2 \\ 3 & \text{if } U_{i3} > U_{im} \quad \forall m \neq 3 \end{cases}$$

If we make a model of the utility obtained by firm i of the alternative m in the following way:

$$U_{im} = \beta'_{im} X_{im} + \varepsilon_{im},$$

where X represents the vector of explanatory variables and ε_{im} constitutes the error term that is distributed i.i.d. through firms and alternatives as a function of the extreme value of type I. Given the value of β_i , as Mc Fadden (1974) shows, the probability that firm i will choose the alternative m will be determined by:

$$P_{im} = P(moss_i = m) = \frac{e^{\beta'_{im} X_{im}}}{\sum_{k=0}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}}, \quad m = 0, 1, 2, 3$$

It is common to reparametrize this model in terms of one of the alternatives. Specifically, assuming $\beta_{i0} = 0$, the probabilities would be:

$$\left. \begin{aligned} P_{i0} &= \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}} \\ P_{im} &= \frac{e^{\beta'_{im} X_{im}}}{1 + \sum_{k=1}^3 e^{\beta'_{ik} X_{ik}}}, \quad m = 1, 2, 3 \end{aligned} \right\} \text{with } P_{i0} + P_{i1} + P_{i2} + P_{i3} = 1$$

This model is estimated by maximum likelihood. As is obvious, the coefficients of the multinomial logit model are difficult to interpret, given that they are expressed as relative to the base case. For this reason, in the following tables I show the marginal effects of the explanatory variables for the probability of observing each strategy (the estimated coefficients are presented in Tables A.3.4, A.3.5, and A.3.6 of Appendix 3)

With the base in these regressions for firms that belong to a group (Table 3.12), it is clear that being an exporting firm affects offshoring inside as well as outside the group. In fact, being an exporting firm increases the probability of undertaking R&D offshoring only through the group by 1.6 percentage points, with a very similar impact on the probability of doing it exclusively through the market (1.5 points), while using both channels simultaneously only reaches 0.5 points.

The lack of financing only seems to negatively affect the firms that offshore R&D exclusively within the group, while the lack of information reduces the probability of undertaking R&D offshoring only with suppliers outside the group.

As for the information sources for innovation, they only seem to affect market transactions. Specifically, institutional and market information increase the probability of undertaking R&D offshoring outside the group by 2.4 percentage points. On the other hand, internal information negatively affects R&D offshoring reducing the probability by 1.5 points.

Table 3.12. Results of the estimation of the multinomial logistic model for the decision to offshore R&D (only innovative firms that belong to a group)

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.016*** (0.002)	0.015*** (0.004)	0.005*** (0.001)
Lack of financing	-0.003** (0.001)	0.004 (0.003)	0.001* (0.001)
Lack of information	-0.002 (0.002)	-0.006** (0.003)	-0.000 (0.001)
Institutional sources of information	0.002 (0.003)	0.024*** (0.005)	-0.001 (0.001)
Market sources of information	-0.005 (0.004)	0.024*** (0.005)	0.001 (0.001)
Internal sources of information	0.007* (0.004)	-0.015*** (0.005)	-0.001 (0.001)
Continuous R&D engagement	0.003 (0.003)	0.033*** (0.005)	0.003 (0.002)
R&D employment	0.000** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.000*** (0.000)
Subsidiary	0.052*** (0.006)	-0.011** (0.005)	0.007*** (0.002)
Patent applicant	0.002 (0.003)	0.045*** (0.006)	0.006*** (0.002)
Size	0.020*** (0.005)	0.060*** (0.008)	0.012*** (0.002)
Size squared	-0.001*** (0.000)	-0.004*** (0.001)	-0.001*** (0.000)
Medium and high-tech manufacturing	0.005** (0.002)	0.017*** (0.005)	0.005*** (0.002)
Medium and high-tech services	-0.001 (0.004)	-0.029*** (0.005)	0.003 (0.003)
Observations	12,659		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not carrying out R&D offshoring. dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

It is worth mentioning the distinct impact that being a subsidiary²² has on purchases within the group, as well as outside the group. As expected, subsidiaries have a smaller probability of undertaking R&D offshoring exclusively through the market and, on the other hand, they have a greater probability of doing it within the group or combining both channels.

Doing R&D activities continuously increases the probability of undertaking R&D offshoring only through the market. The rest of the variables have the expected impact and sign. It has been shown that there is a nonlinear relation to size.

Tables 3.13 and 3.14 contain the results separately for manufacturing and service firms. Although in general terms the observed patterns are maintained for all firms that belong to a group, there are a few significant differences. The lack of financing seems to have an effect on the probability of offshoring R&D within the group for manufacturing firms, but not for service firms. The lack of information reduces the probability of offshoring R&D through the market for manufacturing firms, but not for service firms.

²² In PITEC firms that belong to groups may be subsidiaries, parent firms, joint firms or associated firms.

Table 3.13. Results of the estimation of the multinomial logistic model for the decision to offshore R&D. Manufacturing firms (Only innovative firms that belong to a group)

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.010** (0.004)	0.014** (0.007)	0.001 (0.002)
Lack of financing	-0.004** (0.002)	0.006* (0.003)	0.001 (0.001)
Lack of information	-0.002 (0.002)	-0.011*** (0.004)	0.000 (0.001)
Institutional sources of information	0.000 (0.004)	0.028*** (0.008)	-0.002 (0.001)
Market sources of information	-0.005 (0.006)	0.025*** (0.008)	0.001 (0.002)
Internal sources of information	0.008 (0.006)	-0.010 (0.008)	0.001 (0.002)
Continuous R&D engagement	0.007 (0.004)	0.026*** (0.008)	0.002 (0.002)
R&D employment	0.0004 (0.000)	0.002*** (0.000)	0.0002*** (0.000)
Subsidiary	0.067*** (0.007)	-0.022*** (0.005)	0.005** (0.002)
Patent applicant	0.004 (0.004)	0.037*** (0.007)	0.006*** (0.002)
Size	0.026*** (0.009)	0.081*** (0.014)	0.018*** (0.004)
Size squared	-0.002** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.001*** (0.000)
Medium & high-tech manufacturing	0.002 (0.003)	0.007 (0.006)	0.005*** (0.002)
Observations	7,072		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not carrying out R&D offshoring. dy/dx is the marginal effect before the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

**Table 3.14. Results of the estimation of the multinomial logistic model for the decision to offshore R&D. Services
(Only innovative firms that belong to a group)**

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.013*** (0.004)	-0.001 (0.007)	0.004** (0.002)
Lack of financing	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.004)	0.001 (0.001)
Lack of information	-0.001 (0.002)	0.003 (0.005)	-0.001 (0.001)
Institutional sources of information	0.004 (0.004)	-0.002 (0.007)	0.002 (0.002)
Market sources of information	0.001 (0.005)	0.022** (0.009)	0.002 (0.002)
Internal sources of information	0.006 (0.005)	-0.018** (0.008)	-0.000 (0.001)
Continuous R&D engagement	-0.001 (0.004)	0.027*** (0.008)	-0.002 (0.003)
R&D employment	0.00009 (0.000)	0.0004*** (0.000)	0.0001*** (0.000)
Subsidiary	0.050*** (0.012)	0.007 (0.011)	0.012** (0.005)
Patent applicant	-0.003 (0.004)	0.034*** (0.012)	0.002 (0.002)
Size	0.003 (0.004)	0.033*** (0.010)	0.006** (0.003)
Size squared	-0.000 (0.000)	-0.003*** (0.001)	-0.001** (0.000)
High and Medium Technology Services	-0.000 (0.003)	0.004 (0.008)	0.001 (0.002)
Observations	3,039		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not carrying out R&D offshoring. dy/dx is the marginal effect before the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The superscript “d” indicates that the variable is dichotomous and “log” means the variable is in logarithms. The symbol “t-1” means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

3.4. Determinants of the amount of R&D offshoring in innovative Spanish firms

With the goal of delving deeper into the analysis of offshoring determinants, I will now turn the attention to factors that affect the intensity of this activity, measured as the percentage that purchases of R&D services abroad represent in the total amount of R&D service (external R&D) purchases. Since this could present a potential problem of selection, this study is done through the estimation of a generalized Heckman or Tobit model, where two equations are estimated simultaneously for maximum likelihood. The first equation refers to the firm's decision to buy R&D services abroad (selection equation), while the second refers to the intensity with which purchases are made (intensity equation).

More formally the model is the following: The intensity of R&D offshoring of firm i in the year t is described by using the latent variable oss_{it}^* :

$$oss_{it}^* = z_{it}'\beta + e_{it},$$

where z_{it} is a vector of determinants for R&D offshoring intensity. However, this intensity is only observed if the firm decides to import R&D services. The selection equation coincides with the equation [1] of the previous section, in other words, is expressed by the following equation:

$$doss_{it} = \begin{cases} 1 & \text{if } \pi oss_{it}^* = F(X_{it}'b + u_{it}) > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

where $doss_{it}$ represents the decision of firm i in the year t to buy R&D services abroad, being a binary variable that takes the value of 1 when the firm does R&D offshoring and 0 otherwise, πoss^* is a latent variable that can be interpreted as expected benefits of that decision, X is the vector of explanatory variables and u is the error term, which has a normal distribution with an average of zero and variance of 1.

Conditioned on whether the firm imports R&D services, we can observe the intensity of this activity:

$$oss_{it} = \begin{cases} oss_{it}^* = z_{it}'\beta + e_{it} & \text{if } doss_{it} = 1 \\ 0 & \text{if } doss_{it} = 0 \end{cases},$$

where the error terms e and u are assumed to follow a bivariate normal distribution with mean zero, $\sigma_u = 1$ and σ_e , and coefficient of correlation ρ .

This selection model is estimated for all firms, as well as distinguishing between those that belong to a business group and those that do not. It is clear that the correlation term is statistically different from zero in the majority of the specifications, which indicates that it is necessary to make this correlation when estimating the intensity determinants.

The results displayed in Table 3.15 show that the lack of information reduces R&D offshoring intensity by almost 17 percentage points for all firms, by 14 points for firms belonging to a group and by 21 points for firms not belonging to any group.

R&D employment, belonging to a sector of medium-high technology and being a subsidiary increase offshoring intensity mainly in firms that belong to a group, while applying for patents elevates offshoring intensity especially in firms without a business group.

It is important to notice that although the size variable affects offshoring intensity in the three business groups considered, the sign of the impact differs according to whether a firm belongs to a group or not.

Table 3.15. Results of the estimation of the Generalized Tobit model for R&D offshoring

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision	Intensity	Decision
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.051 (0.095)	0.028*** (0.003)	0.058 (0.129)	0.042*** (0.006)	0.068 (0.133)	0.021*** (0.003)
Lack of financing	-0.036 (0.049)	-0.002 (0.002)	-0.051 (0.064)	0.003 (0.003)	-0.002 (0.075)	-0.004*** (0.002)
Lack of information	-0.170*** (0.055)	-0.004** (0.002)	-0.140* (0.073)	-0.011*** (0.004)	-0.210*** (0.080)	0.000 (0.002)
Institutional sources of information	0.043 (0.087)	0.014*** (0.003)	0.037 (0.113)	0.028*** (0.007)	0.101 (0.130)	0.006* (0.003)
Market sources of information	0.007 (0.117)	0.015*** (0.004)	-0.040 (0.151)	0.029*** (0.008)	0.012 (0.176)	0.009** (0.004)
Internal sources of Information	0.114 (0.109)	-0.005 (0.004)	0.068 (0.141)	-0.014* (0.008)	0.391** (0.161)	0.001 (0.004)
Continuous R&D engagement		0.023*** (0.003)		0.040*** (0.006)		0.015*** (0.003)
R&D employment	0.013*** (0.002)	0.001*** (0.000)	0.021*** (0.003)	0.002*** (0.000)	0.004 (0.003)	0.001*** (0.000)
Subsidiary	0.651*** (0.100)	0.062*** (0.006)	0.525*** (0.108)	0.064*** (0.008)		
Patent applicant	0.218*** (0.083)	0.039*** (0.004)	0.110 (0.105)	0.063*** (0.007)	0.375*** (0.126)	0.023*** (0.004)
Size	0.506*** (0.136)	0.052*** (0.004)	0.744*** (0.210)	0.104*** (0.011)	-0.496* (0.263)	0.031*** (0.005)
Size squared	0.014 (0.013)	-0.003*** (0.000)	-0.006 (0.018)	-0.006*** (0.001)	0.116*** (0.032)	-0.002*** (0.001)
Medium & high-tech manufacturing	0.384*** (0.085)	0.016*** (0.003)	0.500*** (0.107)	0.032*** (0.006)	0.058 (0.136)	0.005 (0.003)
Medium and high-tech services	0.368*** (0.140)	-0.008** (0.004)	0.484** (0.218)	-0.031*** (0.009)	0.317* (0.169)	0.002 (0.004)
Rho	0.737*** (0.051)		0.706*** (0.069)		-0.007 (0.099)	
Number of Obs. Censored/not Censored	29,117/2,308		11,119/1,540		17,998/768	
Number of observations	31,425		12,659		18,766	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Tables 3.16 and 3.17 show results separately for manufacturing firms and services, maintaining in general the patterns observed for all firms.

Table 3.16. Results of the estimation of the generalized Tobit model for R&D offshoring. Manufacturing Firms

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity dy/dx	Decision dy/dx	Intensity dy/dx	Decision dy/dx	Intensity dy/dx	Decision dy/dx
Exporter (t-1)	-0.079 (0.152)	0.020*** (0.004)	-0.143 (0.200)	0.031*** (0.010)	-0.139 (0.224)	0.013*** (0.004)
Lack of financing	-0.059 (0.063)	-0.000 (0.002)	-0.167** (0.077)	0.003 (0.005)	0.272*** (0.103)	-0.002 (0.002)
Lack of information	-0.098 (0.072)	-0.005** (0.002)	-0.046 (0.091)	-0.016*** (0.006)	-0.230** (0.107)	0.001 (0.002)
Institutional sources of information	0.128 (0.118)	0.016*** (0.005)	0.096 (0.147)	0.031*** (0.011)	0.232 (0.189)	0.006 (0.005)
Market sources of information	0.139 (0.159)	0.016*** (0.005)	0.199 (0.200)	0.027** (0.012)	0.003 (0.249)	0.012** (0.005)
Internal sources of information	-0.053 (0.149)	-0.002 (0.005)	-0.190 (0.186)	-0.005 (0.012)	0.331 (0.227)	-0.000 (0.005)
Continuous R&D engagement		0.028*** (0.004)		0.041*** (0.010)		0.019*** (0.004)
R&D employment	0.023*** (0.004)	0.002*** (0.000)	0.031*** (0.006)	0.004*** (0.000)	0.008* (0.005)	0.001*** (0.000)
Subsidiary	0.566*** (0.116)	0.051*** (0.007)	0.491*** (0.127)	0.057*** (0.010)		
Patent applicant	0.024 (0.107)	0.038*** (0.005)	-0.005 (0.130)	0.057*** (0.010)	0.105 (0.172)	0.026*** (0.005)
Size	0.904*** (0.226)	0.059*** (0.007)	0.899*** (0.326)	0.133*** (0.020)	-0.814 (0.496)	0.030*** (0.010)
Size squared	-0.009 (0.020)	-0.002*** (0.001)	-0.008 (0.028)	-0.007*** (0.002)	0.185*** (0.056)	-0.002 (0.001)
Medium & high-tech manufacturing	0.437*** (0.104)	0.011*** (0.003)	0.474*** (0.129)	0.017** (0.008)	0.349** (0.164)	0.004 (0.003)
Rho	0.705*** (0.069)		0.668** (0.095)		0.437 (0.304)	
Number of Obs. Censored/not Censored	15,590/1,365		6,085/987		9,505/378	
Number of observations	16,955		7,072		9,883	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table 3.17. Results of the estimation of the generalized Tobit model for R&D offshoring. Services

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision	Intensity	Decision
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.160 (0.159)	0.029*** (0.005)	0.120 (0.240)	0.024** (0.009)	0.319* (0.192)	0.030*** (0.006)
Lack of financing	0.020 (0.103)	-0.006** (0.003)	0.216 (0.163)	-0.002 (0.006)	-0.236* (0.121)	-0.007** (0.003)
Lack of information	-0.398*** (0.114)	0.000 (0.003)	-0.501*** (0.180)	-0.002 (0.006)	-0.208 (0.135)	0.000 (0.003)
Institutional sources of information	0.020 (0.174)	0.005 (0.005)	0.399 (0.272)	0.010 (0.011)	-0.199 (0.207)	0.003 (0.005)
Market sources of information	-0.311 (0.239)	0.011* (0.006)	-0.668* (0.350)	0.034*** (0.012)	-0.216 (0.298)	0.000 (0.006)
Internal sources of information	0.719*** (0.217)	0.002 (0.006)	0.778** (0.315)	-0.014 (0.012)	0.842*** (0.272)	0.009 (0.006)
Continuous R&D engagement		0.011** (0.005)		0.021** (0.010)		0.008 (0.005)
R&D employment	0.007** (0.003)	0.001*** (0.000)	0.012*** (0.005)	0.001*** (0.000)	0.001 (0.003)	0.001*** (0.000)
Subsidiary	1.024*** (0.247)	0.086*** (0.016)	0.877*** (0.292)	0.090*** (0.019)		
Patent applicant	0.850*** (0.178)	0.028*** (0.007)	0.612** (0.285)	0.043*** (0.014)	0.899*** (0.211)	0.020*** (0.007)
Size	0.785*** (0.223)	0.044*** (0.006)	0.791** (0.381)	0.055*** (0.013)	0.703* (0.389)	0.041*** (0.008)
Size squared	-0.032 (0.023)	-0.004*** (0.001)	-0.030 (0.035)	-0.005*** (0.001)	-0.050 (0.051)	-0.004*** (0.001)
Medium and high-tech services	0.194 (0.183)	0.004 (0.005)	0.396 (0.314)	0.006 (0.010)	-0.057 (0.203)	0.003 (0.005)
Rho	-0.749 (0.113)		0.817 (0.117)		-0.875 (0.055)	
Number of Obs. Censored/not Censored	8,451/501		2,796/243		5,655/258	
Number of observations	8,952		3,039		5,913	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

3.5. Conclusions

Although the literature on determinants of service offshoring has grown substantially in the last few years, there is still relatively very little information on this subject that looks at individual firm data. The work done in this chapter aims to gain a deeper understanding of this aspect, taking advantage of the information on Spanish firms that offshore R&D, which is available in the Technological Innovation Panel (PITEC) constructed by the INE on the basis of two national surveys done for the innovation sector: the “Survey on Technological Innovation of Firms” and the “Statistics on R&D Activities”.

The analysis is limited to firms with innovation expenditure, which are an average of 7,500 a year. According to this data, approximately 7% of innovative firms offshore R&D, with a higher percentage in manufacturing firms than in service firms, and higher in medium-high technology sectors than in low technology sectors.

In reference to offshoring intensity, defined as the percentage of purchases of foreign R&D services over the total amount of R&D purchases (external R&D), you can see that offshorers tend to combine purchases abroad with national outsourcing. Offshoring intensity is around 5% in individual firms, reaching a much higher percentage (14.3%) in firms that belong to business groups.

The analysis of determinants of the decision to offshore R&D in this chapter provides evidence that generally is in accordance with the previous empirical literature: being an exporting firm, continuous R&D engagement, applying for patents, being a subsidiary, and firm size are factors that positively affect R&D offshoring. Moreover, some differentiated patterns are seen for individual firms, compared to firms belonging to a group, when dealing with variables that represent obstacles to innovation. In this sense, the lack of financing seems only to affect individual firms, while lack of information has a bigger impact on firms that belong to a group. With regard to R&D offshoring intensity, lack of information negatively affects this factor in all cases. On the other hand, R&D employment and patents application are associated positively with the purchase of R&D services abroad. The exporting character of firms and institutional sources of

information only have a positive impact in the case of firms belonging to business groups. Nevertheless, internal sources of information positively affect offshoring intensity only in the case of individual firms.

In order to clarify the factors that influence the decision to offshore R&D for firms that belong to a business group, the estimation of a multiple decision model is used, where four options are considered: not undertaking R&D offshoring, undertaking R&D offshoring only through the group, doing only international R&D outsourcing (the market channel), and undertaking R&D offshoring outside the group, as well as within the group. The results confirm the positive effect that exporting character of firms and R&D employment have on all types of R&D offshoring. Furthermore, another outcome is that the lack of financing negatively affects firms that offshore R&D exclusively within the group, while the lack of information reduces the probability of undertaking R&D offshoring only with suppliers outside the group.

The focus of this chapter is to find out more about the recent behavior of innovative firms relative to their decisions to buy R&D services outside Spain, showing evidence of differences that exist between manufacturing and service firms and highlighting the peculiar behavior of firms that belong to business groups.

These results also serve as a basis to develop the following chapters. In Chapter 4, I will analyze in more detail the way in which firms that belong to a group and are located in Spain make purchases of R&D services abroad. More specifically, the characteristics analyzed in this chapter as determinants of R&D offshoring are taken into consideration, as well as the relevance that trust in Spanish citizens by citizens in the country where the parent firm is located has in such transactions, as well as other distinct variables of the parent firm's country.

In Chapter 5, the emphasis is on international R&D outsourcing (thereby excluding from the analysis transactions by multinational firms) and its relation to the labor market. Although this is one of the most studied topics in the field of offshoring, in this chapter I will analyze the specific relationship between R&D offshoring and R&D employment, which ties closely in with skilled labor.

References

- Barajas, A. Huergo, E. and Moreno, L. (2012): "Las empresas españolas que patentan en la Oficina Europea. Características comparadas con las no solicitantes", *Economía Industrial* 382, 53-61.
- Bernard, A. B. Jensen, J.B and Readding, S. J. (2007): "Firms in International trade", *NBER Working paper* No. 13054.
- Cabrer, B., Sancho, A. and Serrano, G. (2001): *Microeconometría y decisión*. Ediciones Piramide.
- Chaney, T. (2005): "Liquidity Constrained Exporters." Available at <http://home.uchicago.edu/~tchaney/research/ConstrainedExporters.pdf>.
- Chang, C.-L. and Robin, S. R. (2006): "Doing R&D and/or Importing Technologies: The Critical Importance of Firm Size in Taiwan's Manufacturing Industries", *Review of Industrial Organization* 29(3), 253-278.
- Dunne, T. and Schmitz, J. (1992): "Wages, employer size-wage premia and employment structure: Their relationship to advanced-technology usage at U.S. manufacturing establishments", Discussion Papers Center for Economic Studies CES 92-15, Bureau of the Census.
- García-Vega, M. and Huergo, E. (2010): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", in L. Sanz and L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. and Huergo, E. (2011): "Determinants of International R&D Outsourcing: The role of trade", *Review of Development Economics* 15(1), 93-107.
- García-Vega, M. and Huergo, E. (forthcoming): "Multinationals' Technology Transfers and firms' performance", in S. Beugelsdijk, S. Brakman, H. van Ees and H. Garretsen (Eds.): *Firms in the international economy; Closing the gap between international economics and international business*, CESifo Seminar Series, The MIT Press.
- Hamermesh, D. S. (1980): "Commentary", en J. J. Siegfried (ed.): *The Economics of Firm Size, Market Structure and Social Performance*. Washington D.C.: Federal Trade Commission.
- Hamermesh, D. S. (1993): *Labor Demand*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Holl, A. and Rama, R. (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", MPRA Paper 42328, University Library of Munich, Germany, revised Oct 2012.
- Jabbour, L. and Zuniga, M. P. (2009): "Drivers of the Offshore Outsourcing of R&D: Empirical Evidence from French Manufacturers", Discussion Papers 09/04, University of Nottingham, GEP.
- Kremer, M. (1993): "The O-Ring Theory of Economic Development", *The Quarterly Journal of Economics* 108, 551-75.

López, A. (2011): "Effect of microaggregation on regression results: an application to Spanish innovation data", *The Empirical Economics Letters* 10(12).

Mc Fadden, D. (1974): "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", in P. Zarembka (ed.): *Frontiers in Econometrics*. New York. Academic Press.

Mayer, T. and Ottaviano, G. (2008): "The Happy Few: The internationalization of European Firms", *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 43(3), 135-148.

OECD and Eurostat (2006): *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd Edition.

Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Available at:
http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx.

Rebitzer, J. and Robinson, M. (2001): "Employer Size and Dual Labor Markets", *Review of Economics and Statistics* 73(4), 710-715.

Annex 3.1: Correspondence of Low-Tech and High & Medium-Tech Activities and the Two-Digit NACE Rev.2 Class

NACE Rev. 2	Low-tech manufacturing
10 - 12	Food, beverages and tobacco
13	Textile
14	Wearing apparel
15	Leather and footwear
16	Wood and cork
17	Paper and paper products
18	Printing and reproduction of recorded media
19	Coke and refined petroleum products
22	Rubber and plastic products
23	Other non-metallic mineral products
24	Basic metals
32	Other manufacturing
31	Furniture
33	Repair and installation of machinery and equipment
	High & medium-tech manufacturing
20	Chemicals and chemical products
21	Pharmacy
25	Metal products (except machinery and equipment)
26	Computer, electronic and optical products
27	Electrical equipment
28	Machinery and equipment n.e.c.
29	Motor vehicles, trailers and semi-trailers
30	Other transport equipment
	Low-tech services
45 - 47	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
49 - 53	Transportation and storage
55 - 56	Accommodation and food service activities
64 - 66	Financial and insurance activities
68	Real estate activities
69 - 71, 73 - 75	Other activities (except R&D services)
77 - 82	Administrative and support service activities
85 (except 854)	Education
86 - 88	Human health and social work activities
90 - 93	Art, entertainment and recreation
95 - 96	Other service activities
	High & medium-tech services
58 - 63	Information and communication
72	Scientific research and development

**Annex 3.2: Descriptive statistics of main variables.
Only manufacturing and services firms**

Variables	Average	Standard deviation
R&D offshoring (in logarithms)	0.61	2.57
R&D offshorer ^d	0.05	0.23
R&D offshorer outside the group ^d	0.05	0.21
R&D offshorer within the group ^d	0.01	0.11
R&D offshoring within the group (in logarithms)	0.15	1.39
R&D offshoring outside the group (in logarithms)	0.49	2.29
Exporter (t-1) ^d	0.40	0.49
Export intensity (t-1) (in logarithms)	3.79	4.87
Obstacles to innovation:		
Lack of financing	1.87	0.89
Lack of information	1.19	0.77
Information Sources for Innovation:		
Institutional sources of information ^d	0.21	0.41
Market sources of information ^d	0.55	0.50
Internal sources of information ^d	0.41	0.49
Continuous R&D engagement ^d	0.78	0.41
R&D employment (Number of Workers)	25.70	31.49
Subsidiary ^d	0.04	0.20
Patent applicant ^d	0.14	0.35
Size (in Logarithms)	4.02	1.76
Size squared (in Logarithms)	19.29	16.78
Medium and high-tech manufacturing ^d	0.08	0.28
Medium and high-tech services ^d	0.29	0.46

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: d= dummy variable. (t-1) indicates that the variable is lagged one period.

Annex 3.3: Supplementary estimates

Table A.3.1. Determinants of the decision to offshore R&D. Marginal Effects

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.028*** (0.003)	0.043*** (0.006)	0.021*** (0.003)	0.00065*** (0.000)	0.00229*** (0.001)	0.00026** (0.000)
Lack of financing	-0.002 (0.002)	0.002 (0.003)	-0.004*** (0.002)	0.00002 (0.000)	0.00046 (0.000)	-0.00003 (0.000)
Lack of information	-0.003* (0.002)	-0.010*** (0.004)	0.000 (0.002)	-0.00001 (0.000)	-0.00071* (0.000)	0.00006 (0.000)
Institutional sources of information	0.014*** (0.003)	0.028*** (0.007)	0.006* (0.003)	0.00028* (0.000)	0.00111 (0.001)	0.00014 (0.000)
Market sources of information	0.015*** (0.004)	0.029*** (0.008)	0.009** (0.004)	0.00044*** (0.000)	0.00175** (0.001)	0.00015* (0.000)
Internal sources of information	-0.004 (0.004)	-0.013* (0.008)	0.001 (0.004)	-0.00011 (0.000)	-0.00053 (0.001)	-0.00003 (0.000)
Continuous R&D engagement	0.025*** (0.003)	0.040*** (0.007)	0.015*** (0.003)	0.00058*** (0.000)	0.00242*** (0.001)	0.00017** (0.000)
R&D employment	0.001*** (0.000)	0.002*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.00003*** (0.000)	0.00016*** (0.000)	0.00001** (0.000)
Subsidiary	0.063*** (0.006)	0.065*** (0.008)		0.00189*** (0.001)	0.00350*** (0.001)	
Patent applicant	0.038*** (0.004)	0.062*** (0.007)	0.023*** (0.004)	0.00105*** (0.000)	0.00343*** (0.001)	0.00037* (0.000)
Size	0.052*** (0.004)	0.102*** (0.011)	0.031*** (0.005)	0.00157*** (0.000)	0.00771*** (0.002)	0.00043** (0.000)
Size squared	-0.003*** (0.000)	-0.006*** (0.001)	-0.002*** (0.001)	-0.00007*** (0.000)	-0.00043*** (0.000)	-0.00003* (0.000)
Medium & high-tech manufacturing	0.016*** (0.003)	0.031*** (0.006)	0.005 (0.003)	0.00088*** (0.000)	0.00453*** (0.001)	0.00015 (0.000)
Medium and high-tech services	-0.008** (0.004)	-0.032*** (0.009)	0.002 (0.004)	0.00017 (0.000)	-0.00044 (0.001)	0.00019 (0.000)
Number of observations	31,425	12,659	18,766	31,425	12,659	18,766
Number of Firms				7,886	3,393	5,238

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

**Table A.3.2. Determinants of the decision to offshore R&D. Marginal Effects.
Manufacturing Firms**

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.022*** (0.004)	0.031*** (0.010)	0.013*** (0.004)	0.00024** (0.000)	0.00100 (0.001)	0.00009 (0.000)
Lack of financing	-0.002 (0.002)	0.002 (0.005)	-0.002 (0.002)	0.00007 (0.000)	0.00054 (0.000)	0.00000 (0.000)
Lack of information	-0.005** (0.002)	-0.015*** (0.006)	0.001 (0.002)	-0.00004 (0.000)	-0.00125** (0.001)	0.00003 (0.000)
Institutional sources of information	0.016*** (0.005)	0.032*** (0.011)	0.006 (0.005)	0.00007 (0.000)	-0.00022 (0.001)	0.00009 (0.000)
Market sources of information	0.016*** (0.005)	0.026** (0.012)	0.012** (0.005)	0.00028* (0.000)	0.00180 (0.001)	0.00008 (0.000)
Internal sources of Information	-0.001 (0.005)	-0.004 (0.012)	-0.000 (0.005)	-0.00007 (0.000)	-0.00011 (0.001)	-0.00005 (0.000)
Continuous R&D engagement	0.027*** (0.004)	0.038*** (0.011)	0.019*** (0.004)	0.00040*** (0.000)	0.00233*** (0.001)	0.00010 (0.000)
R&D employment	0.002*** (0.000)	0.004*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.00003*** (0.000)	0.00030*** (0.000)	0.00001* (0.000)
Subsidiary	0.052*** (0.007)	0.058*** (0.010)		0.002** (0.001)	0.005** (0.002)	
Patent applicant	0.038*** (0.005)	0.056*** (0.010)	0.026*** (0.005)	0.00067** (0.000)	0.00280* (0.001)	0.00027 (0.000)
Size	0.059*** (0.008)	0.133*** (0.020)	0.030*** (0.010)	0.00118*** (0.000)	0.00981*** (0.004)	0.00028 (0.000)
Size squared	-0.002*** (0.001)	-0.007*** (0.002)	-0.002 (0.001)	-0.00003 (0.000)	-0.00039 (0.000)	-0.00002 (0.000)
Medium and high-tech manufacturing	0.011*** (0.003)	0.017** (0.008)	0.004 (0.003)	0.00031** (0.000)	0.00206* (0.001)	0.00005 (0.000)
Observations	16,955	7,072	9,883	16,955	7,072	9,883
Number of Firms				4,714	2,043	3,068

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

**Table A.3.3. Determinants of the decision to offshore R&D. Marginal Effects.
Services**

	Probit Model (Pool)			Probit Model (Random Effects)		
	All Firms	Firms with group	Firms without group	All Firms	Firms with group	Firms without group
	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx	dy/dx
Exporter (t-1)	0.029*** (0.005)	0.024** (0.009)	0.031*** (0.006)	0.00088* (0.000)	0.00105 (0.001)	0.00079 (0.001)
Lack of financing	-0.006** (0.003)	-0.002 (0.006)	-0.007*** (0.003)	-0.00014 (0.000)	-0.00001 (0.000)	-0.00016 (0.000)
Lack of information	0.001 (0.003)	-0.001 (0.006)	0.001 (0.003)	0.00006 (0.000)	-0.00000 (0.000)	0.00006 (0.000)
Institutional sources of information	0.004 (0.005)	0.008 (0.011)	0.003 (0.005)	0.00025 (0.000)	0.00065 (0.001)	0.00013 (0.000)
Market sources of information	0.011* (0.006)	0.033*** (0.012)	0.001 (0.006)	0.00037 (0.000)	0.00087 (0.001)	0.00015 (0.000)
Internal sources of Information	0.001 (0.006)	-0.014 (0.012)	0.009 (0.006)	0.00013 (0.000)	-0.00019 (0.000)	0.00025 (0.000)
Continuous R&D engagement	0.010* (0.006)	0.023** (0.011)	0.003 (0.006)	0.00036* (0.000)	0.00058 (0.000)	0.00020 (0.000)
R&D employment	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.00002** (0.000)	0.00003 (0.000)	0.00002 (0.000)
Subsidiary	0.088*** (0.017)	0.093*** (0.019)		0.00912* (0.005)	0.00613 (0.004)	
Patent applicant	0.028*** (0.007)	0.041*** (0.014)	0.021*** (0.007)	0.00114* (0.001)	0.00153 (0.001)	0.0016 (0.001)
Size	0.043*** (0.006)	0.053*** (0.013)	0.042*** (0.008)	0.00125** (0.001)	0.00147 (0.001)	0.00097 (0.001)
Size squared	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.00010** (0.000)	-0.00012 (0.000)	-0.00009 (0.000)
Medium and high-tech services	0.005 (0.005)	0.006 (0.010)	0.004 (0.005)	0.00036 (0.000)	0.00072 (0.001)	0.00025 (0.000)
Number of observations	8,952	3,039	5,913	8,952	3,039	5,913
Number of Firms				2,771	1,053	1,932

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.3.4. Results of the estimation of the Multinomial Logistic model for the decision to offshore R&D (only innovative firms that belong to a group)

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
Exporter (t-1)	0.968*** (0.168)	0.311*** (0.089)	0.930*** (0.264)
Lack of financing	-0.138* (0.064)	0.069 (0.045)	0.188 (0.105)
Lack of information	-0.114 (0.078)	-0.114* (0.052)	-0.058 (0.125)
Institutional sources of information	0.099 (0.137)	0.390*** (0.079)	-0.173 (0.207)
Market sources of information	-0.209 (0.188)	-0.449*** (0.104)	0.270 (0.256)
Internal sources of information	0.326 (0.185)	-0.272** (0.097)	-0.110 (0.239)
Continuous R&D engagement	0.197 (0.160)	0.746*** (0.145)	0.554 (0.374)
R&D employment	0.011** (0.004)	0.027*** (0.002)	0.038*** (0.004)
Subsidiary	1.530*** (0.107)	-0.152 (0.096)	0.926*** (0.175)
Patent applicant	0.160 (0.122)	0.697*** (0.074)	0.839*** (0.168)
Size	1.067*** (0.252)	1.135*** (0.143)	2.053*** (0.384)
Size squared	-0.066** (0.021)	-0.069*** (0.012)	-0.124*** (0.032)
Medium & high-tech manufacturing	0.257* (0.111)	0.305*** (0.078)	0.820*** (0.204)
Medium and high-tech services	-0.102 (0.236)	-0.657*** (0.149)	0.413 (0.332)
Constant	-8.424*** (0.775)	-8.173*** (0.446)	-14.655*** (1.228)
Number of observations	12,659		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not undertaking R&D offshoring. The estimated coefficients are shown. Estimated standard error between parentheses. The symbol “t-1” means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.3.5. Results of the estimation of the Multinomial Logistic model for the decision to offshore R&D. Manufacturing Firms (Only innovative firms that belong to a group)

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
Exporter (t-1)	0.491* (0.226)	0.280 (0.143)	0.264 (0.379)
Lack of financing	-0.170* (0.078)	0.101 (0.058)	0.128 (0.136)
Lack of information	-0.091 (0.095)	-0.196** (0.068)	0.026 (0.163)
Institutional sources of information	0.044 (0.175)	0.432*** (0.104)	-0.360 (0.290)
Market sources of information	-0.180 (0.232)	0.430** (0.143)	0.260 (0.358)
Internal sources of information	0.302 (0.230)	-0.170 (0.132)	0.133 (0.335)
Continuous R&D engagement	0.330 (0.203)	0.537** (0.186)	0.404 (0.475)
R&D employment	0.005 (0.008)	0.044*** (0.004)	0.048*** (0.009)
Subsidiary	1.683*** (0.137)	-0.345** (0.113)	0.741*** (0.221)
Patent applicant	0.210 (0.144)	0.572*** (0.096)	0.870*** (0.218)
Size	1.152** (0.377)	1.458*** (0.244)	3.077*** (0.738)
Size squared	-0.068* (0.031)	-0.075*** (0.021)	-0.190** (0.059)
Medium and high-tech manufacturing	0.085 (0.134)	0.132 (0.098)	0.842** (0.274)
Constant	-8.487*** (1.159)	-9.470*** (0.744)	-17.783*** (2.361)
Number of observations	7,072		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not undertaking R&D offshoring. The estimated coefficients are shown. Estimated standard error between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

**Table A.3.6. Results of the estimation of the multinomial logistic model for the decision to offshore R&D. Services
(Only innovative firms that belong to a group)**

	R&D Offshoring		
	Only within group	Only through market	Both
Exporter (t-1)	1.100*** (0.309)	-0.007 (0.175)	1.200** (0.437)
Lack of financing	-0.219 (0.168)	-0.019 (0.112)	0.380 (0.245)
Lack of information	-0.083 (0.201)	0.072 (0.124)	-0.344 (0.290)
Institutional sources of information	0.348 (0.333)	-0.047 (0.2)	0.516 (0.413)
Market sources of information	0.079 (0.495)	0.589* (0.237)	0.722 (0.578)
Internal sources of information	0.497 (0.461)	-0.469* (0.219)	-0.174 (0.475)
Continuous R&D engagement	-0.068 (0.375)	0.858** (0.327)	-0.491 (0.667)
R&D employment	0.010 (0.006)	0.013*** (0.003)	0.035*** (0.007)
Subsidiary	2.038*** (0.283)	0.238 (0.257)	1.831*** (0.420)
Patent applicant	-0.217 (0.405)	0.707*** (0.193)	0.479 (0.429)
Size	0.341 (0.404)	0.876** (0.272)	2.120** (0.765)
Size squared	-0.027 (0.036)	-0.080** (0.026)	-0.171* (0.075)
Medium and high-tech services	-0.025 (0.315)	0.116 (0.196)	0.379 (0.486)
Constant	-6.161*** (1.212)	-6.639*** (0.799)	-13.630*** (2.137)
Number of observations	3,039		

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: The omitted case corresponds to not undertaking R&D offshoring. The estimated coefficients are shown. Estimated standard error between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.3.7. Results of the estimation of the Generalized Tobit model for R&D offshoring intensity

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision	Intensity	Decision
Exporter (t-1)	0.479*** (0.117)	0.281*** (0.028)	0.428*** (0.153)	0.261*** (0.039)	0.065 (0.138)	0.304*** (0.041)
Lack of financing	-0.065 (0.054)	-0.019 (0.015)	-0.029 (0.069)	0.016 (0.020)	-0.001 (0.077)	-0.057*** (0.022)
Lack of information	-0.223*** (0.060)	-0.035** (0.016)	-0.229*** (0.079)	-0.063*** (0.023)	-0.210*** (0.080)	0.002 (0.024)
Institutional sources of information	0.229** (0.099)	0.123*** (0.028)	0.251* (0.128)	0.153*** (0.037)	0.101 (0.130)	0.078* (0.042)
Market sources of information	0.231* (0.130)	0.147*** (0.036)	0.201 (0.166)	0.171*** (0.048)	0.011 (0.175)	0.132** (0.054)
Internal sources of information	0.049 (0.119)	-0.043 (0.034)	-0.048 (0.154)	-0.082* (0.046)	0.391** (0.162)	0.011 (0.051)
Continuous R&D engagement		0.249*** (0.034)		0.261*** (0.048)		0.240*** (0.052)
R&D employment	0.031*** (0.003)	0.012*** (0.001)	0.040*** (0.004)	0.014*** (0.001)	0.004* (0.002)	0.010*** (0.001)
Subsidiary	1.306*** (0.138)	0.439*** (0.034)	0.978*** (0.139)	0.326*** (0.036)		
Patent applicant	0.689*** (0.106)	0.312*** (0.026)	0.563*** (0.134)	0.325*** (0.035)	0.372*** (0.133)	0.272*** (0.041)
Size	1.257*** (0.171)	0.494*** (0.039)	1.591*** (0.259)	0.601*** (0.063)	-0.501** (0.212)	0.441*** (0.073)
Size squared	-0.025* (0.014)	-0.026*** (0.004)	-0.056*** (0.021)	-0.036*** (0.005)	0.116*** (0.029)	-0.033*** (0.009)
Medium and high-tech manufacturing	0.610*** (0.096)	0.149*** (0.026)	0.749*** (0.122)	0.177*** (0.034)	0.058 (0.136)	0.065 (0.041)
Medium and high-tech services	0.244 (0.153)	-0.081** (0.040)	0.203 (0.240)	-0.198*** (0.062)	0.317* (0.169)	0.027 (0.053)
Constant	0.957 (0.919)	-3.951*** (0.110)	0.443 (1.240)	-4.167*** (0.191)	10.005 (0.000)	-3.656*** (0.163)
Rho	0.737*** (0.051)		0.706*** (0.069)		-0.007 (0.099)	
Number of observations	31,425		12,659		18,766	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Notes: Standard deviation between parentheses. The symbol “t-1” means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.3.8. Results of the estimation of the Generalized Tobit model for R&D offshoring intensity. Manufacturing Firms

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision	Intensity	Decision
Exporter (t-1)	0.191 (0.168)	0.193*** (0.045)	0.081 (0.220)	0.176*** (0.061)	-0.008 (0.246)	0.210*** (0.065)
Lack of financing	-0.062 (0.068)	-0.003 (0.019)	-0.148* (0.083)	0.015 (0.025)	0.253** (0.107)	-0.031 (0.031)
Lack of information	-0.164** (0.078)	-0.048** (0.022)	-0.150 (0.099)	-0.082*** (0.030)	-0.225** (0.109)	0.008 (0.034)
Institutional sources of information	0.310** (0.132)	0.132*** (0.039)	0.290* (0.165)	0.155*** (0.050)	0.282 (0.197)	0.080 (0.062)
Market sources of information	0.345** (0.175)	0.148*** (0.050)	0.381* (0.217)	0.144** (0.066)	0.113 (0.273)	0.176** (0.078)
Internal sources of information	-0.073 (0.161)	-0.015 (0.048)	-0.225 (0.200)	-0.028 (0.064)	0.329 (0.231)	-0.003 (0.074)
Continuous R&D engagement		0.283*** (0.046)		0.240*** (0.063)		0.321*** (0.070)
R&D employment	0.044*** (0.005)	0.015*** (0.001)	0.057*** (0.008)	0.021*** (0.002)	0.015* (0.008)	0.011*** (0.001)
Subsidiary	1.072*** (0.150)	0.369*** (0.041)	0.838*** (0.155)	0.277*** (0.044)		
Patent applicant	0.440*** (0.131)	0.301*** (0.034)	0.340** (0.156)	0.275*** (0.044)	0.298 (0.235)	0.312*** (0.056)
Size	1.650*** (0.273)	0.535*** (0.070)	1.782*** (0.397)	0.699*** (0.109)	-0.541 (0.574)	0.438*** (0.142)
Size squared	-0.038* (0.023)	-0.021*** (0.007)	-0.052* (0.031)	-0.034*** (0.009)	0.168*** (0.060)	-0.027 (0.016)
Medium and high-tech manufacturing	0.576*** (0.115)	0.100*** (0.032)	0.586*** (0.142)	0.089** (0.042)	0.389** (0.171)	0.064 (0.051)
Constant	-0.356 (1.293)	-4.256*** (0.195)	-0.088 (1.763)	-4.601*** (0.325)	6.808*** (2.610)	-3.844*** (0.321)
Rho	0.705*** (0.069)		0.668** (0.095)		0.437 (0.304)	
Number of observations	16,955		7,072		9,883	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Notes: Standard deviation between parentheses. The symbol “t-1” means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.3.9. Results of the estimation of the Generalized Tobit model for R&D offshoring intensity. Services

	All Firms		Firms with group		Firms without group	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision	Intensity	Decision
Exporter (t-1)	-0.303 (0.222)	0.303*** (0.048)	0.466 (0.290)	0.186*** (0.071)	-0.419 (0.268)	0.388*** (0.064)
Lack of financing	0.123 (0.117)	-0.067** (0.029)	0.192 (0.183)	-0.013 (0.046)	-0.044 (0.149)	-0.100** (0.039)
Lack of information	-0.405*** (0.124)	0.004 (0.033)	-0.531*** (0.198)	-0.016 (0.051)	-0.218 (0.158)	0.005 (0.044)
Institutional sources of information	-0.057 (0.190)	0.051 (0.053)	0.540* (0.308)	0.076 (0.083)	-0.292 (0.244)	0.049 (0.071)
Market sources of information	-0.500* (0.265)	0.123* (0.070)	-0.150 (0.419)	0.277*** (0.104)	-0.221 (0.349)	0.003 (0.096)
Internal sources of information	0.686*** (0.235)	0.022 (0.065)	0.563 (0.366)	-0.115 (0.097)	0.580* (0.317)	0.137 (0.089)
Continuous R&D engagement		0.130* (0.067)		0.183* (0.099)		0.129 (0.090)
R&D employment	-0.007 (0.005)	0.009*** (0.001)	0.028*** (0.007)	0.008*** (0.001)	-0.018*** (0.005)	0.010*** (0.001)
Subsidiary	0.100 (0.396)	0.620*** (0.084)	1.859*** (0.502)	0.538*** (0.089)		
Patent applicant	0.437* (0.227)	0.272*** (0.056)	1.154*** (0.344)	0.294*** (0.087)	0.425 (0.274)	0.250*** (0.075)
Size	0.014 (0.311)	0.503*** (0.064)	1.610*** (0.469)	0.439*** (0.106)	-0.475 (0.517)	0.616*** (0.119)
Size squared	0.032 (0.030)	-0.042*** (0.007)	-0.098** (0.043)	-0.036*** (0.010)	0.066 (0.064)	-0.061*** (0.015)
Medium and high-tech services	0.118 (0.201)	0.049 (0.052)	0.491 (0.348)	0.051 (0.081)	-0.148 (0.242)	0.048 (0.069)
Constant	14.133*** (1.853)	-3.541*** (0.171)	0.192 (2.494)	-3.339*** (0.315)	16.950*** (1.846)	-3.703*** (0.247)
Rho	-0.749 (0.113)		0.817 (0.117)		-0.875 (0.055)	
Number of observations	8,952		3,039		5,913	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010

Notes: Standard deviation between parentheses. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Chapter 4: Multinationals' R&D offshoring and trust among countries

4.1. Introduction

There is a broad selection of literature on multinational firms and Foreign Direct Investment (FDI) which focuses on its impact on host economies. Some scholars, such as Markusen (1995) maintain that FDI can generate positive externalities in countries where firms are located, which has led some countries to encourage firms' establishment in such countries, attributing a greater absorption of employment and diffusion of knowledge associated with a spillover effect in local economies. And authors such as Arora et al. (2001), Keller and Yeaple (2009) or Lai et al. (2009) maintain that international technology flows and FDI are vital for the diffusion of technology among countries.

In this sense, the way in which these multinational firms operate, and the way they do certain activities that are specific to their functioning, has become a topic of investigation recently, even though findings are limited and, due to the fact that the topic is new, it is difficult to compare and contrast results. Holl and Rama (2012) affirm that although technology transfers are recognized by economists, and by those carrying out economic policies, as the key to economic growth, there is little firm level knowledge regarding external sources of technology and the mechanisms used for their transfer, given that technology acquisition, either from sources outside the firm or through their own business group, is possible with different formulas, including research contracts, acquisition of R&D services, or cooperation for innovation.

A key aspect for choosing a transfer channel for these transactions is the trust in the economy of the subsidiaries' host country. As is well known, new knowledge has the characteristics of a public good and is susceptible to being imitated or filtered. In this context, positive expectations regarding the quality of institutions and the functioning of a country's property rights protection system, or regarding the business ethics of its citizens, can generate a higher degree of trust which favors technology transfers to the host country. Yet a lack of trust in the country where the subsidiary operates could

encourage transfers through the group, granting the parent firm more control and supervision over their subsidiaries' activities (Williamson, 1971, 1985, 1993).

Although the concept of trust could be considered difficult to measure, using qualitative information from the Eurobarometer, elaborated by the European Commission, on the trust that citizens of one country have in citizens of another, Guiso et al. (2009) construct a measurement of bilateral trust that connect some characteristics of countries and their similarities, arguing that such cultural factors can affect economic exchanges. From their analysis, they conclude that a low level of bilateral trust creates less trade, less portfolio investment, and less direct investment between countries.

The objective of this paper is to make an in-depth analysis of the determinants of R&D offshoring by firms located in Spain which belong to business groups, specifically studying whether the relative trust between the parent company's country of origin and Spain (the host country in the case of subsidiaries) affects the channel the firm chooses to import R&D. In doing so, two channels or import types are chosen: intragroup pecuniary technology transfers consisting of purchasing R&D services from other foreign firms belonging to the group, and international R&D outsourcing or external technological transactions consisting of R&D imports through the market.

For the analysis, I use data from the Panel of Technological Innovation (PITEC) on innovative firms which operate in Spain and belong to multinational European firms, taking advantage of the thorough information on firms' technological activities contained in this statistical base and, specifically, on the type of supplier of R&D purchases. This database is combined with other statistical sources that, together with degree of bilateral trust, allow us to define some characteristic measurements of the country of origin and of the similarities between that country and Spain. The results obtained indicate that the relative trust between the parent firm's country of origin and Spain has a positive effect on doing R&D international outsourcing and a negative effect on R&D imports through the group.

The chapter has the following structure. In section 2 the empirical model is described and the main variables included are justified, providing some empirical regularities that

will serve as a basis for subsequent analysis. In section 3 the results are presented and, finally, the conclusion is in section 5.

4.2. Empirical model and main variables

It is difficult to know exactly how subsidiaries interact with their parent company and what assets and activities are learned from the parent. According to Glass and Saggi (2002), foreign subsidiaries gain knowledge from their parent company and, according to Baumol (2001), it is the parent companies that integrate into international networks that facilitate access to technological services abroad through their connections with customers, universities, or even competitors.

According to Dunning (1998), a multinational firm becomes successful if it has property advantages, location advantages in the sense that, for the firm to sell its product abroad, it is more profitable to produce it in the parent company's country of origin and export it or, lastly, internalizations advantages; if the firm prefers to transfer its production inside the firm instead of using the market. In the specific case of technology transfers, it is logical to think that the choice of offshoring R&D services through one's own group, through the market, or using both channels, will depend on what type of advantages prevail, which could be directly related to the degree of trust that exists between countries.

There is a lot of evidence suggesting that multinational firms prefer to operate in countries where security and intellectual property rights are strong (Helpman, 1993; Branstetter et al., 2006). This evidence also supports the positive influence that trust has on economic growth (La Porta et al., 1997; Knack and Keefer, 1997; Zack and Knack, 2001) trade among countries (Guiso et al., 2009). On the other hand, in contexts where there is a lack of trust, firms that form part of multinational organizations could perform these transactions through their group instead of doing them through the market, as a way to control and supervise their subsidiaries' activities (Williamson, 1971, 1985, 1993).

For this reason, the **fundamental hypothesis** presented in this paper is the following:

In the case of multinational firms, trust in Spain by the parent firm's country of origin negatively affects intragroup pecuniary technology transfers, while it positively affects R&D outsourcing by Spanish firms that belong to these multinational firms.

The hypothesis refers to the extensive margin (the decision to offshore) as well as to the intensive margin (the magnitude of the purchases of R&D services).²³ In order to confirm this hypothesis, in this paper I use two different methodologies. First, the determinants of R&D offshoring intensity are studied through each of these channels separately. Second, I analyze whether the decision to do offshoring through these two channels is correlated.

With respect to the study of the determinants of R&D offshoring intensity, since there is a possible problem of selection, given that not all firms use both channels of transmission, I employ Heckman-type or generalized Tobit models, where two equations are estimated simultaneously for maximum likelihood. The first equation refers to the firm's decision to purchase foreign R&D services through the specific channel analyzed, while the second refers to the quantity in which these purchases are made.

More formally the model is the following. The selection equation is expressed by the following expression:

$$doss_{it}^j \begin{cases} = 1 & \text{if } \pi oss_{it}^{j*} > 0 \\ = 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where $doss_{it}^j$ represents the decision by firm i belonging to the group with their headquarters in country j in the year t to purchase foreign R&D services, being a binary variable that takes the value 1 when the firm does R&D offshoring and 0 otherwise.

²³ As Markusen (2005) suggests, although the liberalization allows the trade volume of products already existing to expand (intensive margin), the increase in service offshoring is also related to the expansion of trade in the extensive margin, since new tasks can be commercialized due to innovation in communication and technology.

π_{oss}^* is a latent variable that can be interpreted as the expected profit of that decision and would depend on the following variables:

$$\pi_{oss_{it}}^{j*} = \alpha_1 + \alpha_2 CR^j + z_t^{j'} \alpha_3 + x_{it}' \alpha_4 + \varepsilon_{it},$$

where CR is a measurement of relative trust, z is a vector of the characteristics of the country of origin and x a vector of firm characteristics. Conditioned on whether or not the firm does R&D offshoring, we can observe the intensity of such activity, in other words,

$$oss_{it}^j = \begin{cases} oss_{it}^{j*} & \text{if } doss_{it}^j = 1 \\ 0 & \text{if } doss_{it}^j = 0 \end{cases},$$

where the intensity of a firm's R&D offshoring is described by using the latent variable oss_{it}^{j*} :

$$oss_{it}^{j*} = \bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 CR^j + z_t^{j'} \bar{\alpha}_3 + x_{it}' \bar{\alpha}_4 + e_{it}$$

However, this intensity is only observed if the firm decides to import R&D services. In these expressions it is assumed that the error terms ε and e follow a bivariate normal distribution with zero mean, $\sigma_\varepsilon = 1$ and σ_e and correlation coefficient $\rho_{e\varepsilon}$.

The second methodology chosen consists of the estimation of a bivariate Probit model, or biprobit, which allows us to consider the fact that decisions firms make regarding whether to offshore R&D within the group or through the market may be correlated.

Just as Greene (2003) suggests, the bivariate Probit model is an extension of the multi-equational models of classical regression, in which a system of equations where errors are correlated is considered. According to Zellner and Huang (1962), taking into account the correlation between the perturbations, one may obtain more efficient estimations than if each equation is estimated separately. For the specific case of R&D offshoring

within the group or through the market, the specification of the biprobit model is the following:²⁴

$$doss_{it}^G = \begin{cases} 1 & \text{if } \pi_{oss_{it}}^{G*} = w'_{it}b_1 + \mu_{1it} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$doss_{it}^F = \begin{cases} 1 & \text{if } \pi_{oss_{it}}^{F*} = w'_{it}b_2 + \mu_{2it} > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where $doss_{it}^G$ and $doss_{it}^F$ represent the decisions by firm i in year t to purchase foreign R&D services within and outside the group, respectively, with both variables as binary taking the value 1 when the firm does R&D offshoring and 0 otherwise. The vector w corresponds to the explanatory variables related to the characteristics of the country of origin and to the specific characteristics of the firm. The error terms of both equations follow a normal distribution with $E[\mu_{1it}] = E[\mu_{2it}] = 0$, $Var[\mu_{1it}] = Var[\mu_{2it}] = 1$ and $Cov[\mu_{1it}, \mu_{2it}] = \rho$.

In the following section I will describe all variables selected as explanatory variables in both models, specifying firstly the measurement of R&D offshoring or technology transfer used in this investigation.

4.2.1. Technology transfers

The concept of technology transfer managed in this paper has a pecuniary character by being defined in terms of foreign R&D purchases by Spanish firms belonging to business groups. This information comes from the Panel of Technological Innovation (PITEC), which is a statistical base constructed in a format of panel data whose selection is based on national surveys done by the National Statistics Institute (INE) for the innovation sector. The two surveys are: “Survey on Technological Innovation of Firms” and “Statistics on R&D Activities”.²⁵ PITEC contains information about Spanish firms, not only in reference to their activities of internal R&D, but also regarding their property

²⁴ In order to simplify, in the following equations the superscript j of the parent firm's country of origin is omitted.

²⁵ A more detailed description of PITEC can be found in Chapter 3 of this thesis.

structure, location of parent company (when belonging to a group), or the national or international character of their R&D service suppliers. These R&D services are defined as creative work that is used to increase the volume of knowledge and to create new or better products and processes, including the development of software. It is important to point out that the acquisition of software, royalties, or physical investments are not included in this concept.

More specifically, for the period from 2004 to 2010, PITEC contains information on 3,447 observations corresponding to firms located in Spain which belong to multinational firms whose headquarters are located in Austria, Belgium, Denmark, Spain, Finland, France, Ireland, Netherlands, Norway, Portugal, Sweden, or the United Kingdom. The number of observations falls to 2,959 when Spain is excluded as a country of origin.

For all of these firms there is information on R&D offshoring, defined as the purchases of R&D services abroad, either from firms that belong to the same business group or from other firms or entities outside the group.²⁶ As was mentioned before, the analysis distinguishes between two types of R&D imports, depending on the channel chosen for the transfer: imports from firms of the same business group, as a measurement of intragroup pecuniary technology transfers, and international R&D outsourcing or imports from the market, as a measurement of technological transactions done outside of the group.

Based on this information, the variables of *R&D offshoring intensity within the group* and *R&D offshoring intensity outside the group* are constructed. These are defined as the quotient between the respective offshoring concept and the number of employees of the firm (in logarithms).

²⁶ The precise definition from the available data of each variable and of its construction can be found in Appendix 4.1.

4.2.2. Trust in the host country

In order to define the concept of trust, the reference will be a study done by Guiso et al. (2009), who use information on European countries contained in the Eurobarometer of the European Commission. The Eurobarometer is based on surveys that seek to understand trust in the common market and other institutions of the European community. These surveys are done by using samples from 1,000 individuals over 16 years old from each country. More specifically, following Guiso et al. (2009), the starting point is the question in the Eurobarometer about trust that citizens of one country have in another. This question is asked in the following way: *"I would like to ask you about the level of trust that you have in people from various countries. For each question, say if you have a lot of trust, some trust, not very much trust, or no trust at all."* (page 1102). Each answer is assigned a number that varies from one (no trust at all) to 4 (a lot of trust).

Although this measure characterizes the degree of trust of the citizens of one country, it has also been employed in firm-level studies such as that of Bottazzi et al. (2011), who study the effect that trust has on investment and financial contracting in a microeconomic environment where trust is exogenous. For this paper, specific consideration is given to the answers from citizens of the previously mentioned countries (Austria, Belgium, Denmark, Spain, Finland, France, Ireland, Netherlands, Norway, Portugal, Sweden, or the United Kingdom) with respect to the Spanish citizens, and based on these answers a measurement of *relative trust* is constructed, defined as the quotient between the average trust that citizens from each country mentioned have in Spain and the average trust they have in all of the other countries.

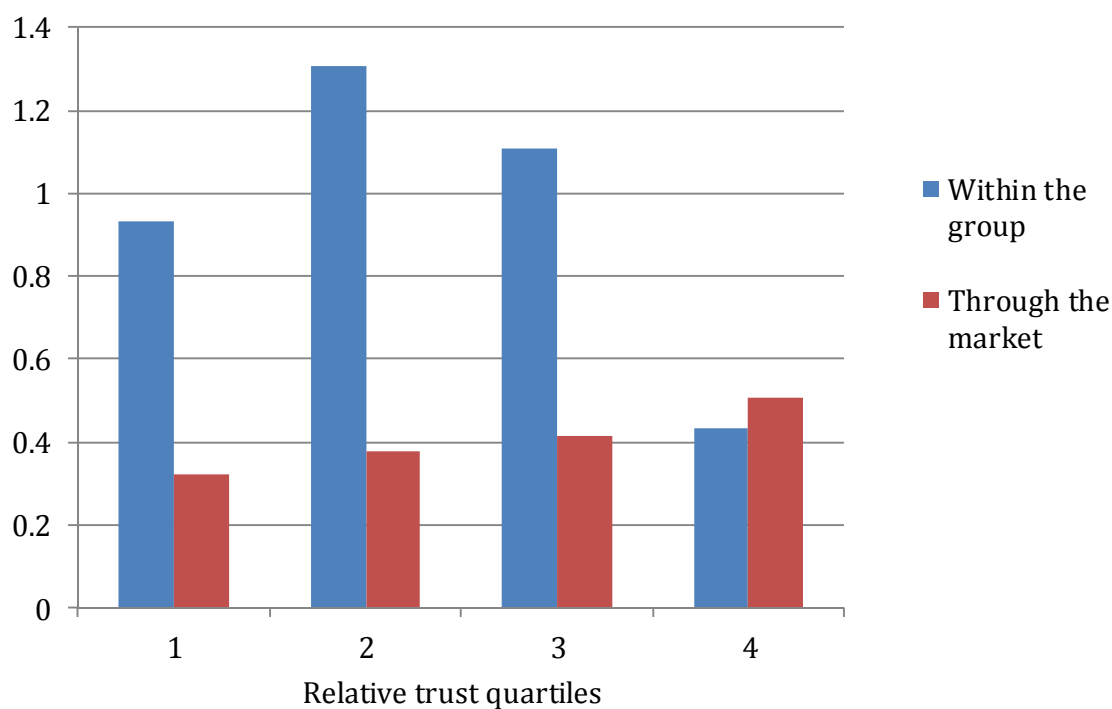
With respect to the main hypothesis, the following clarifications are provided:

- 1) The information from PITEC allows to differentiate between national and foreign suppliers of R&D services, but there is no data regarding the specific nationality of the supplier when it is foreign. The assumption in this paper is that, in the case of belonging to a business group, the nationality of the supplier coincides with the parent company.

- 2) There is an important number of observations in the sample corresponding to multinational firms with their headquarters in Spain (488 observations). In this case, the above-mentioned assumption is not plausible since firms located in Spain are importing R&D services from outside Spain. In order to take into consideration the influence of these observations in the results, estimations will be made with and without observations.
- 3) Not all Spanish firms that belong to multinational firms are subsidiaries. Around 30% are parent firms, joint firms, or associated firms and therefore may not have the same motivation to offshore R&D, making the expected relationships to average trust less robust.

As an intuitive way to observe the relationship between trust and technology transfers within and outside the group, in Figure 4.1 the average R&D offshoring intensity is shown in quartiles of relative trust.

Figure 4.1. R&D offshoring intensity (in logs) by relative trust quartiles



With the exception of the fourth quartile of trust, the average intensity of R&D imports within the group is always higher than imports from the market. As trust increases from the first to the second quartile, R&D import intensity within the group also increases. However, when relative trust increases even more, import intensity within the group decreases substantially. On the other hand, imports outside the group, or international R&D outsourcing, show a growing relationship with relative trust. These patterns seem to indicate that technology flows from the market increase with relative trust, while technology transfers within the group decrease once a specific level of trust is reached.

Table 4.1 shows the average relative trust and average R&D offshoring for the parent company's country of origin. The highest intensity of R&D imports within the group can be found in firms with parent companies in Germany, Belgium and Sweden, while the highest intensity of international R&D outsourcing takes place in firms whose parent companies are in Portugal, Italy, and Netherlands. The percentage of firms with R&D imports outside the group and the intensity of these imports seem to increase with relative trust. Nevertheless, the pattern of imports through the group is not as clearly related to relative trust.

Table 4.1: Means of R&D offshoring and relative trust by country of the parent company

Country	Relative trust in Spain	% firms from the country with R&D imports		R&D imports intensity	
		within the group	from the market	within the group	from the market
Finland	0.856	11.8	0.0	0.625	0
Norway	0.868	0.0	3.0	0	0.164
Denmark	0.869	0.0	0.9	0	0.052
U.K.	0.876	6.5	1.3	0.474	0.064
Sweden	0.880	9.1	3.3	0.703	0.162
Netherlands	0.895	9.1	5.7	0.666	0.354
Austria	0.915	4.8	6.5	0.342	0.283
Belgium	0.925	10.2	2.9	0.738	0.181
Ireland	0.926	0.0	2.5	0	0.235
Germany	0.947	13.2	4.5	0.908	0.253
France	0.957	8.7	3.8	0.613	0.229
Italy	1.000	5.7	7.6	0.325	0.429
Portugal	1.016	2.6	7.7	0.151	0.467

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

To further clarify this relationship and confirm these regularities, the empirical model that is used in this paper also includes two other types of variables. On the one hand, variables that have a country dimension are considered. Just as Guiso et al. (2009) point out, in general the degree of trust that a citizen of one country has in citizens of another country will depend on objective characteristics of the country that trusts and the country that receives trust, as well as on a certain subjective appreciation that the two countries have with regard to each other. I seek to confirm if there is a relationship between Spanish firms' R&D imports and the degree of trust that the citizens of the country of origin have in Spaniards, even after controlling for the peculiarities of the country that could also influence their technology decisions. On the other hand, in the model I control for other firms' characteristics that, apart from the degree of trust, may affect acquisitions of foreign R&D services.

4.2.3 Characteristics of the parent company's country of origin

The four variables that will now be described reflect the characteristics of the country of origin of the firm's group and its similarity to Spain.²⁷ As was previously stated, I intend to see if there is a relationship between Spanish firms' R&D imports and the degree of trust a host country's citizens have in Spaniards, even after controlling for the peculiarities of the country, which can influence its technological decisions as well its degree of bilateral trust.

As is obvious, one of the variables that can affect technology transactions is the country' of origin's technology intensity. One can assume that subsidiaries whose parent companies are in high-technology countries have possibilities to access a wider technology network, which facilitates R&D service transfers. In order to understand this dimension, *business enterprise expenditure on R&D* is considered as a percentage of the GDP of the country of origin.

²⁷ Guiso et al. (2009) consider a larger group of characteristics, such as country size in terms of GDP, the similarity of countries' legal system, or similarities in patent portfolios. These variables, which were initially included in the estimations, were deleted from the model in the end due to the fact that they were not statistically significant, probably because of their high degree of correlation to other country characteristics. Their elimination does not affect the results obtained in reference to the relationship between R&D imports and trust.

At the same time, firms whose parent company is located in a large country can benefit from economies of scale in research, above all if the country has a high *degree of trade openness*. This variable is measured as the quotient between the sum of exports plus imports over the GDP of that country.

Also introduced into the model are some variables that reflect similarities or differences between Spain and the parent company's country of origin, which can increase or reduce transaction costs associated with technology transfers. Specifically considered is the *similarity of corporate taxes* and physical *distance* between capitals. As Devereux and Griffith (1998) suggest, in many cases the establishment of subsidiaries in another country is a response to the opportunity that some firms have to profit through tax differentials.

In this paper this differential is constructed as the ratio of the tax rate over profits by firms of the country of origin over the same tax rate in Spain. It is expected that this variable positively affects transactions within the group and negatively affects market transactions. The physical distance between capitals is used as a proxy for transport costs between countries, which allows one to assume that it negatively influences both types of technological transactions.

Table 4.2 shows the correlation between these variables with country dimension and the measurement of relative trust in Spain, the latter negatively correlated to distance between Spain and the country of origin, and to business enterprise expenditure on R&D and the degree of trade openness of the country of origin. The correlation is positive to corporate tax similarity.

Table 4.2. Correlations between variables from the parent company's country and relative trust

	Relative trust in Spain	Business expenditure on R&D	Degree of trade openness	Distance	Corporate taxes similarity
Relative trust in Spain	1				
Business expenditure on R&D	-0.534	1			
Degree of trade openness	-0.392	0.209	1		
Distance	-0.956	0.540	0.305	1	
Corporate taxes similarity	0.181	0.188	-0.331	-0.044	1

4.2.4 Firm characteristics

With the goal of analyzing the impact of relative trust on R&D import intensity, also taken into consideration are variables related to firm characteristics. Authors such as Bloom (2012) suggest that trust increases decentralization as well as firm size, factors that at the same time could influence technology decisions.

The selection of variables that will be described shortly has its reference in empirical literature on firm level R&D outsourcing and offshoring.²⁸ Firstly, as suggested by Tomiura (2007), trade can lead firms to adopt other strategies of internationalization. Along these lines, Holl and Rama (2012) maintain that there is clear evidence of a positive relationship between firms' exporting character and international R&D outsourcing. In this case a dummy variable is constructed indicating if the firm is an *exporting firm*, inserting this variable lagged one period in order to avoid problems of simultaneity.

A second element to take into consideration is firms' *lack of information*, which can have a negative effect on the decision to invest in technological activities and, specifically, in R&D offshoring (García-Vega and Huergo, 2010a). PITEC allows us to consider the lack

²⁸ The selection is also supported by the results from Chapter 3 of this thesis.

of information on technology and on markets as factors that make innovation difficult. In the survey, firms value each one of these factors on a scale from 0 to 3 (not relevant, low importance, medium importance, high importance), the average of the factors serving as the indicator for lack of information.

Along the same lines, also taken into consideration is the importance that firms attribute to two possible information sources: *internal sources*, when information comes from the same firm or firm group; and *market sources*, when information comes from suppliers of equipment, material, components or software, customers, competitors or other firms of the same activity branch, or by consultants, commercial laboratories or private R&D institutes. For each of the two sources, there is a dummy variable that takes the value of 1 if the firm considers the source type of high importance, and zero otherwise.

Another recurring factor in the literature is the firm's internal capacity to absorb new knowledge acquired externally (Norbäck, 2001). In order to reflect on this capacity, on one hand *internal R&D intensity* is used, measured as the quotient between internal R&D expenditure and the number of employees in the firm (in logarithms). This is inserted into the model and lagged one period to reduce the possibility of potential problems of simultaneity. On the other hand, whether the firm has applied for patents in the current year or in the previous two years is taken into consideration, since being a *patent applicant* usually implies continued technological activities.

It is expected that firm size positively affects the decision to import technology if economies of scale exist. Hymer (1959) argues that economies of scale are one of the advantages that appear for firms that invest directly abroad, due to the fact that large firms can operate more efficiently than those that operate on a lower scale. In this case, size is measured as the number of employees (in logarithms) in the firm.²⁹

All firm characteristics also include dummies to reflect the fact of belonging to sectors of manufacturing or of medium and high-tech services, since the decision to locate a

²⁹ It is important to note that in the selection model, firm size includes the selection equation but not the intensity equation, given that the variable of offshoring intensity is measured in terms relative to the firm's total employment.

subsidiary in another country is not only affected by the country's characteristics but also by the characteristics of the industry (Brainard, 1993).

Finally, as was mentioned before, taken into consideration is the fact that not all Spanish firms belonging to multinational firms are subsidiaries, which is why a dichotomous control variable is introduced for this characteristic. The information source used in the definition of each variable and its construction is detailed in Appendix 4.1.

Table 4.3 shows the averages of the variables previously described for the parent company's country of origin. The highest percentage of exporting firms is associated with those whose group has its headquarters in Finland (95%), followed by Germany and Norway (83%). The lowest percentage corresponds to firms from groups whose parent company is located in Ireland (58%) where, on the other hand, the highest percentage of subsidiaries is found (93%). And, as would be expected, the lowest percentage of subsidiaries corresponds to groups with headquarters in Spain (12.7%).

The market sources of information are the more relevant for Norwegian and Portuguese multinational firms. The highest percentage of patent applicants corresponds to firms with headquarters in Denmark (33%), while firms in groups with parent companies in Ireland do not apply for patents. Firms that belong to Dutch multinational firms have the highest internal R&D intensity, followed by Norwegian multinational firms. All of this reflects a high degree of heterogeneity among groups represented in this sample.

Table 4.3. Means of the variables by country of the parent company

	Austria	Belgium	Denmark	Finland	France	Germany	Ireland	Italy	Netherl	Norway	Portugal	Spain	Sweden	UK
Relative trust in Spain	0.915	0.925	0.869	0.856	0.957	0.947	0.926	1.000	0.895	0.868	1.016	1.243	0.880	0.876
<i>Parent company's country characteristics</i>														
Business expenditure on R&D (% GDP)	1.718	1.313	1.800	2.636	1.310	1.793	0.949	0.594	0.986	0.840	0.578	0.676	2.573	1.103
Degree of trade openness	1.058	1.566	0.988	0.833	0.542	0.832	1.573	0.538	1.365	0.727	0.692	0.571	0.934	0.573
Distance (in logs)	7.501	7.181	7.636	7.989	6.959	7.533	7.279	7.223	7.299	7.778	6.219	0	7.860	7.140
Corporate taxes similarity	0.810	1.046	0.817	0.821	1.070	1.082	0.389	0.944	0.861	0.872	0.836	1	0.849	0.897
<i>Firm characteristics</i>														
Exporter (t-1)	0.793	0.771	0.754	0.951	0.747	0.838	0.583	0.816	0.764	0.839	0.761	0.691	0.728	0.656
Lack of information	1.167	1.026	0.949	1.160	0.976	1.060	1.167	1.081	1.014	1.436	1.335	1.147	1.061	0.967
Market sources of information	0.476	0.403	0.435	0.489	0.487	0.435	0.533	0.483	0.463	0.590	0.600	0.534	0.529	0.538
Internal sources of information	0.476	0.306	0.348	0.404	0.373	0.353	0.267	0.416	0.367	0.308	0.447	0.434	0.421	0.457
Internal R&D intensity (t-1)	6.576	7.059	7.564	7.034	6.996	7.348	6.504	7.327	7.730	7.609	7.142	7.117	6.943	6.759
Subsidiary	0.619	0.672	0.928	0.894	0.749	0.791	0.933	0.794	0.769	0.744	0.694	0.127	0.900	0.745
Patent applicant	0.167	0.112	0.333	0.149	0.173	0.154	0.000	0.218	0.140	0.051	0.188	0.154	0.157	0.097
Size	5.066	5.060	4.714	5.125	5.529	5.378	5.049	5.216	5.345	4.151	4.880	5.178	5.958	5.493
Size squared	26.81	26.36	22.82	26.63	32.54	30.59	29.33	28.42	30.21	17.94	25.08	28.44	37.61	31.94
Medium & high-tech manufacturing	0.571	0.313	0.464	0.511	0.346	0.567	0.000	0.549	0.437	0.333	0.447	0.341	0.386	0.339
Medium & high-tech services	0.024	0.030	0.000	0.000	0.085	0.063	0.200	0.029	0.132	0.000	0.047	0.125	0.100	0.168
Number of observations	29	105	57	41	829	800	12	261	347	31	67	488	114	285

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: d=dummy variable. (t-1). The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period

4.3. Econometric results

The results obtained using two methodologies described in the previous section are presented in the following sections. Although the number of explanatory variables included in the specification is quite large, as occurs with the majority of empirical studies of this nature, there could still be a problem of omitted variables. In this sense, the usual caveats should be applied in the interpretation of the results.

Firstly, the determinants of R&D offshoring intensity are analyzed by using each one of these channels separately through the estimation of Heckman-type or generalized Tobit models.

Table 4.4 shows the results of the model for R&D offshoring within the group.¹⁹ The correlation term $\rho_{e\varepsilon}$ is significant, indicating that the selection model is appropriate. As mentioned previously, the model is estimated for two different samples, including and without including, respectively, the observations of firms in groups with headquarters in Spain. The reason to do a separate analysis for these two samples is that the empirical model implicitly presupposes that the parent company is the one that makes the decision about the channel (group or market) used to purchase R&D services. This assumption is more pertinent when the firms in the sample are subsidiaries, and a bit more strong when in reference to joint ventures or associated firms. As is shown in Table 4.3, most firms in the sample are subsidiaries, independent of the host country considered, with the exception of Spain. In this last case, only 12.7% of firms whose group has their headquarters in Spain are subsidiaries.

In the case of the decision to offshore R&D within the group, the variable of relative trust is only significant when included in the sample are the firms that have parent companies in Spain. Among the characteristics of the country of origin, the intensity of R&D expenditure and the similarity in corporate taxes increase the probability of importing R&D from the group in both samples.

¹⁹ The marginal effects are shown. The estimated coefficients can be found in Table A.4.1 of Appendix 4.2.

Table 4.4. Results of the estimation of generalized Tobit model for R&D offshoring intensity within the group. Marginal effects

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	Intensity dy/dx	Decision dy/dx	Intensity dy/dx	Decision dy/dx
Relative trust	-11.662*** (1.343)	-0.207* (0.122)	-10.892*** (1.956)	-0.161 (0.168)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	0.104 (0.306)	0.022* (0.012)	0.308 (0.313)	0.040** (0.017)
Degree of trade openness	0.321 (0.206)	0.020 (0.026)	0.487* (0.249)	0.033 (0.035)
Distance (in logs)	-0.585*** (0.087)	-0.003 (0.007)	-1.005*** (0.209)	-0.036 (0.029)
Corporate taxes similarity	1.947** (0.846)	0.210*** (0.048)	1.658** (0.799)	0.208*** (0.056)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	-0.046 (0.341)	0.075*** (0.012)	-0.139 (0.380)	0.078*** (0.012)
Lack of information	-0.138 (0.168)	-0.015 (0.009)	-0.118 (0.184)	-0.020** (0.010)
Market sources of information		-0.001 (0.012)		-0.002 (0.014)
Internal sources of information		0.014*** (0.004)		0.018*** (0.004)
Internal R&D intensity(t-1)	0.086 (0.057)	0.017*** (0.005)	0.090* (0.053)	0.019*** (0.005)
Subsidiary	-0.246*** (0.087)	0.029** (0.011)	-0.169 (0.106)	0.030** (0.014)
Patent applicant	-0.690** (0.290)	-0.028* (0.014)	-0.813*** (0.184)	-0.042** (0.017)
Size		0.123*** (0.045)		0.142*** (0.052)
Size squared		-0.008** (0.004)		-0.010** (0.005)
Medium & high-tech manufacturing	0.001 (0.221)	0.035** (0.018)	0.039 (0.241)	0.039** (0.019)
Medium & high-tech services	0.311 (0.486)	-0.024 (0.015)	-0.025 (0.335)	-0.031 (0.022)
Rho	0.551** (0.205)		0.565** (0.178)	
Number of obs. censored/not censored	2,973/474		2,514/445	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

With respect to firm characteristics, the results show that when a firm is an exporting firm, its probability of undertaking R&D offshoring increases around 7.5 percentage points regardless of whether or not groups with headquarters in Spain are included. In the same way, the importance of internal information sources, internal R&D intensity, and belonging to manufacturing and medium and high-tech sectors increase the probability of undertaking R&D offshoring within the group. The impact of size shows a nonlinear relationship.

Applying for patents negatively affects the offshoring probability. This probability decreases by 2.8 percentage points for patent applicants when firms that have their parent company in Spain are included in the sample, and it falls by 4.2 points when Spain is not included.

With regard to the group's R&D offshoring intensity, it is noteworthy that relative trust has a negative effect, confirmed by the main hypothesis of this paper. The similarity in corporate taxes increases R&D offshoring intensity, while distance between countries decreases it. As for variables related to firm characteristics, applying for patents has a negative effect while internal R&D intensity has a positive influence.

For R&D offshoring done through the market (Table 4.6), the relative trust variable is significant and positive where multinational firms with headquarters in Spain are considered, as well as when these firms are excluded, once again confirming the hypothesis of this work.

The only explanatory variable that continues to have a positive and significant influence, as in the case of R&D offshoring through the group, is internal R&D intensity. Patent applicant, which previously had a negative effect, now shows a positive effect, and market information sources now also have a positive and significant effect in the sample that includes multinational Spanish firms. It is important to note that in this case patent application increases the probability of importing R&D from the market by 7.4 and 9.1 percentage points, respectively, in both samples considered.

Table 4.5. Results of the estimation of generalized Tobit model for R&D offshoring intensity from the market. Marginal effects.

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	Intensity dy/dx	Decision dy/dx	Intensity dy/dx	Decision dy/dx
Relative trust	0.527 (5.025)	0.401*** (0.088)	2.434 (7.006)	0.436*** (0.067)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	-0.245 (0.261)	-0.001 (0.010)	-0.120 (0.324)	0.001 (0.010)
Degree of trade openness	1.063*** (0.408)	0.011 (0.008)	1.422* (0.757)	0.015* (0.009)
Distance (in logs)	-0.008 (0.195)	0.014*** (0.004)	-0.481 (0.373)	0.010 (0.008)
Corporate taxes similarity	-0.014 (0.937)	-0.019 (0.028)	-0.115 (1.027)	-0.019 (0.025)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	0.472* (0.260)	0.015 (0.013)	0.606 (0.475)	0.013 (0.015)
Lack of information	-0.353* (0.185)	0.007 (0.006)	-0.517** (0.248)	0.006 (0.008)
Market sources of information		0.023** (0.010)		0.024 (0.027)
Internal sources of information		-0.002 (0.008)		-0.004 (0.008)
Internal R&D intensity(t-1)	0.295*** (0.082)	0.014*** (0.003)	0.275*** (0.090)	0.012*** (0.004)
Subsidiary	0.053 (0.312)	0.010 (0.007)	0.083 (0.522)	0.004 (0.006)
Patent applicant	-0.262 (0.277)	0.074*** (0.015)	-0.362 (0.444)	0.091*** (0.020)
Size		0.005 (0.009)		-0.0004 (0.038)
Size squared		0.0001 (0.001)		0.001 (0.002)
Medium & high-tech manufacturing	-0.258 (0.232)	0.007 (0.006)	-0.378 (0.391)	-0.002 (0.008)
Medium & high-tech services	1.404* (0.794)	-0.009 (0.014)	1.257 (1.215)	-0.015 (0.015)
Rho	0.325 (0.375)		-0.072 (3.127)	
Number of obs. censored/not censored	3,211/236		2,760/199	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

When R&D offshoring intensity outside the group is analyzed, it is clear that once characteristics of country of origin and of the firm are controlled for, relative trust does not seem to affect import intensity. The degree of trade openness of the country in origin and being a firm that belongs to medium and high-tech sectors have a positive impact. Being an exporting firm and internal R&D intensity also have a positive effect on the sample that includes firms from Spanish groups, but are not significant when firms from Spanish groups are excluded.

Until now it has been considered that firms' decisions on whether to offshore R&D within the group or through the market are made separately, but given the fact that these two decisions could be correlated, an estimation of their determinants through a bivariate Probit model or biprobit is made. It is noteworthy that, as with the univariate Probit model, the estimated coefficients in the bivariate Probit model do not directly quantify the increase in the probability given a marginal change in an independent variable, rather it is necessary to calculate the partial derivatives or marginal effects, which are presented in Table 4.6.

In both samples (with and without including firms in groups with headquarters in Spain), the coefficient ρ is significant, indicating that the decisions to do R&D offshoring within the group or through the market are correlated. At the same time we can observe that the results show similar tendencies and magnitudes to the results previously obtained with the Heckman model for the respective decisions (Tables 4.4 and 4.5).

In this sense, when analyzing the marginal effects shown in Table 4.6, the results show that the effect of relative trust is positive and significant for offshoring done outside the group. The same occurs with R&D expenditure of the country of origin and for the similarity in corporate taxes between countries. With respect to firms' internal R&D intensity, this factor is positive, indicating that there is complementarity between internal and external R&D when doing offshoring within the group as well as through the market. Being a patent applicant negatively affects offshoring done within the group, decreasing probability by 4 percentage points, and positively affecting offshoring done

outside the group, increasing probability by 9 points. The market sources of information only benefit the offshoring done through the market.

Table 4.6. Results of the estimation of biprobit model for R&D offshoring. Marginal effects

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	With group dy/dx	Without group dy/dx	With group dy/dx	Without group dy/dx
Relative trust	-0.204 (0.200)	0.412*** (0.119)	-0.160 (0.224)	0.444*** (0.127)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	0.022* (0.013)	-0.0002 (0.009)	0.041** (0.019)	0.002 (0.012)
Degree of trade openness	0.018 (0.021)	0.009 (0.013)	0.030 (0.024)	0.014 (0.014)
Distance (in logs)	-0.002 (0.009)	0.015*** (0.005)	-0.037 (0.030)	0.011 (0.016)
Corporate taxes similarity	0.204*** (0.055)	-0.028 (0.037)	0.202*** (0.062)	-0.029 (0.038)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	0.074*** (0.012)	0.016** (0.008)	0.078*** (0.014)	0.014 (0.009)
Lack of information	-0.015** (0.008)	0.006 (0.004)	-0.021** (0.009)	0.005 (0.005)
Market sources of information	-0.003 (0.011)	0.026*** (0.007)	-0.005 (0.013)	0.024*** (0.008)
Internal sources of information	0.014** (0.007)	-0.003 (0.005)	0.019** (0.008)	-0.004 (0.005)
Internal R&D intensity(t-1)	0.016*** (0.003)	0.012*** (0.002)	0.019*** (0.003)	0.011*** (0.002)
Subsidiary	0.029** (0.013)	0.011 (0.008)	0.030** (0.014)	0.005 (0.009)
Patent applicant	-0.027** (0.013)	0.076*** (0.015)	-0.040*** (0.014)	0.093*** (0.017)
Size	0.126*** (0.029)	0.001 (0.013)	0.140*** (0.034)	0.0004 (0.015)
Size squared	-0.009*** (0.002)	0.0004 (0.001)	-0.010*** (0.003)	0.001 (0.001)
Medium & high-tech manufacturing	0.036*** (0.012)	0.008 (0.007)	0.040*** (0.014)	-0.001 (0.008)
Medium & high-tech services	-0.025 (0.021)	-0.010 (0.011)	-0.032 (0.025)	-0.017 (0.011)
Rho	0.347*** (0.047)		0.343*** (0.050)	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: dy/dx is the marginal effect taking into consideration the change in the independent variable. Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Being an exporting firm, internal sources of information, and being a subsidiary increase the probability of undertaking R&D offshoring within the group. Size shows a nonlinear effect, and belonging to medium and high-tech sectors have positive affects only for manufacturing firms. Lack of information, however, has a negative impact.

4.4. Conclusiones

Several studies show that trust between countries favors trade (Guiso et al., 2009) and that multinational firms prefer to establish commercial relations in countries where institutions and property rights can be guaranteed to be reliable (Helpmann, 1993; Branstetter et al., 2006). In areas where there is a lack of trust or insecurity, firms constituting parts of multinationals might carry out their transactions intragroup rather than doing so through the market.

Along these lines, the aim of this work is to discover whether trust in Spain affects the channel used by Spanish firms belonging to business groups for the purpose of importing R&D. For the analysis, data from the Technological Innovation Panel (PITEC) regarding innovative firms operating in Spain and belonging to European multinationals are used, taking advantage of the exhaustive information contained on this statistical base on firms' technological activities and, especially, on what type of suppliers provide R&D. Altogether, 3,447 observations are available for the period 2004-2010, but this falls to 2,959 when Spain is excluded as a headquarters country.

This database is combined with other statistical sources which, along with the degree of bilateral trust, make it possible to define some characteristic measures of the headquarters country and the similarity between that country and Spain. Specifically, the information used on the trust between the citizens of the other country and Spain is obtained through the European Commission's Eurobarometer, with the measure of relative trust being defined as the coefficient between average trust which the citizen of that country feels towards Spanish citizens and the average amount of trust they have in other countries.

To compare the effect of trust on R&D imports intragroup or through the market, two different methodologies were used. In the first place, through the use of generalized Tobit models a study is made of the determinants of the intensity of R&D offshoring separately through each of the channels. Secondly, a bivariate Probit or Biprobit model is estimated, enabling consideration to be given as to whether firms' decisions may be correlated. In this analysis, along with firm characteristics, control variables are used which have a country dimension, such as the business expenditure on R&D and the degree of trade openness of the headquarters country, and the corporate taxes similarity and the physical distance between home and host countries.

The results obtained provide evidence in favor of the hypothesis posited. Once controlled for the characteristics of the firm and the country which is the headquarters of the multinational, relative trust in Spain has a negative effect on the intensity of intra-group transfers of technology, whereas it has a positive effect on the decision to carry out international R&D outsourcing by the Spanish firms belonging to these multinationals. Furthermore, it is found that decisions to carry out R&D outsourcing either intragroup or through the market are correlated. All of this clearly shows that policy measures which contribute to improving the institutional environment and growing the degree of trust in Spanish agents will have repercussions on foreign direct hi-tech investment.

References

- Arora, A., Fosfuri, A. and A. Gambardella (2001): *Markets for Technology: Economics of Innovation and Corporate Strategy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baumol, W. (2001): "When is inter-firm coordination beneficial? The case of innovation". *International Journal of Industrial Organization* 19, 727-737.
- Brainard, L. (1993): "An empirical assessment of the factor proportions explanation of multinational sales", NBER Working Paper. N.º 4580.
- Branstetter, L., Fisman, R. and F. Foley (2006): "Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical evidence from U.S. firm level panel data", *Quarterly Journal of Economics* 121(1), 321-349.
- Bloom, N., Sadun, R and Reenen, J. (2012): "The organization of firms across countries" *The Quarterly Journal of Economics* 127(4), 1663-1705.
- Comisión Europea (several years): *Eurobarómetro*. European Commission Eurobarometer Unit.
- Devereux, M. and R. Griffith (1998): "Taxes and the location of production: Evidence from a panel of US multinationals", *Journal of Public Economics* 68(3), 335-367.
- Dunning, J. H. (1988): *Explaining International Production*. Unwin Hyman. London.
- García-Vega, M. and E. Huergo (2010a): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", in L. Sanz and L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. and E. Huergo (2010b): "Trust and Technology transfers", paper presented at the 37th EARIE Annual Conference. 2-4 September 2010. Sabanci University. Istanbul. Turkey.
- García-Vega, M. and E. Huergo (forthcoming): "Multinationals' Technology Transfers and firms' performance", in S. Beugelsdijk. S. Brakman. H. van Ees and H. Garretsen (Eds.): *Firms in the international economy; Closing the gap between international economics and international business*. CESifo Seminar Series. The MIT Press.
- Guiso. L., Sapienza, P. and L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?", *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- Glass, A. and K. Saggi (2002): "Multinational firms and technology transfer", *Scandinavian Journal of Economics* 104(4), 495-513.
- Greene, W. (2003): *Econometric Analysis*. Prentice Hall. New Jersey: Fifth Edition.
- Heston, A., Summers, R. and B. Aten (2012): *Penn World Table Version 7.1*. Center for International Comparisons of Production. Income and Prices at the University of Pennsylvania. Nov 2012. Available in: https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php

- Holl, A. and R. Rama (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", *MPRA Working paper* No. 42328.
- Jaffe, A. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market value", *The American Economic Review* 76(5), 984-1001.
- Keller, W. and S. Yeaple (2009): "Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm level Evidence from the United States", *Review of Economics and Statistics* 91(4), 821-831.
- Knack, S. and P. Keefer (1997): "Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigation", *Quarterly Journal of Economics* 112(4), 1251-1288.
- Lai, E., Riezman, R. and W. Ping (2009): "Outsourcing of innovation", *Economic Theory* 38(3), 485-515.
- La Porta, R., López de Silanes, F., Shleifer, A. and R. Vishny (1999): "The quality of Government", *Journal of Law, Economics and Organization* 15(1), 222-279.
- Markusen, J. (1995): "The boundaries of multinational enterprises and the theory of international trade", *Journal of Economic Perspectives* 9(2), 169-189.
- Norbäck, P. (2001): "Multinational firms, technology and location", *Journal of International Economics* 54(2), 449-469.
- OECD (several years): *Science and Technology Indicators. BERD Expenditure on R&D in the Business Enterprise Sector*.
- OECD (several years): *STAN Database for Structural Analysis*. Available in: <http://stats.oecd.org/Index.aspx>.
- OECD (several years): *OECD Tax Database*. Available in: <http://www.oecd.org/tax/tax-policy/oecd-tax-database.htm>
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC)* (several years). Available in: <http://sise.fecyt.es/sisepublic/web/mostrarCarpetaEstudiosInformes.do>.
- Tomiura, E. (2007): "Foreign outsourcing, exporting, and FDI: A productivity comparison at the firm level", *Journal of International Economics* 72(1), 113-127.
- Veugelers, R. and B. Cassiman (2004): "Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion: Some direct firm level evidence from Belgium", *European Economic Review* 48(2), 455-476.
- Williamson, O. (1971): "The vertical integration of production: Market failure considerations", *American Economic Review* 61(2), 112-123.
- Williamson, O. (1985): *The economic institutions of capitalism*. Free Press: New York.
- Williamson, O. (1993): "Calculativeness, trust, and economic organization". *Journal of Law & Economics* 36(1). 453-86.

- Zack, P. J. and S. Knack (2001): "Trust and growth", *Economic Journal* 111(470), 295–321.
- Zellner, A. and D. Haung (1962): "Further properties of efficient estimators for seemingly unrelated regression equations", *International Economic Review* 3, 300-313.

Annex 4.1: Information sources and construction of variables

All variables come from the PITEC database except when otherwise indicated. The observations correspond to firms that operate in Spain with a parent company located in Austria, Belgium, Denmark, Spain, Finland, France, Germany, Ireland, Italy, Netherlands, Norway, Portugal, Sweden or the United Kingdom. All economic data are calculated in euros.

1. Dependent variables:

R&D services purchases: In the database, firms are asked about expenditure that corresponds to “acquisitions of R&D services outside the firm through contracts, informal agreements... Excluded are funds to finance other firms, research associations, etc... that do not directly apply R&D service purchases.” It is important to highlight that this variable also excludes software acquisition, royalties or investment in foreign R&D capacity. The firm also indicates the part of these R&D purchases whose suppliers are firms that i) belong or do not belong to the same business group and ii) are located in Spain or outside Spain. In this way, two measurements of R&D imports are constructed.

- ***R&D offshoring within the group:*** R&D purchases from firms located abroad which belong to the same business group.
- ***R&D offshoring outside the group:*** External R&D purchases from firms located abroad not belonging to the same business group.

Logarithms of these variables are taken over the number of employees in order to construct measurements of ***R&D offshoring intensity***.

2. Independent variables

Relative trust in Spain: The measurement of trust that a country has in Spain is obtained from the Eurobarometer, constructed from a survey of citizens in the European Union. People were asked: “*I would like to ask you about the level of trust that you have in people from various countries. For each question, say if you have a lot of trust, some trust,*

not very much trust, or no trust at all." Each answer is assigned a number that varies from one (no trust at all) to 4 (a lot of trust). Relative trust is measured as the trust a country has in Spain over the average trust of other countries of the European Union (Guiso et al. 2009)

Source: European Commission (various years). *Eurobarometer*. The data are available in the database of the Council of European Social Science Data Archives, CESSDA.

<http://www.gesis.org/eurobarometer/topics-trends/eb-trends-trend-files/list-of-trends/trust-in-people/#%2810%29>

http://www.cessda.org/related/events/eb_anniversary_2008.html

Distance: Distance between Spain and the parent company's country of origin is measured in kilometers, obtained as the shortest distance between the two capitals on the surface of the earth considered as a sphere. The variable is in logarithms.

Source: John Haveman's webpage.

<http://www.macalester.edu/research/economics/page/haveman/trade.resources/Data/Gravity/dist.txt>

Exports: Dichotomous variable that takes the value of 1 if the firm exports and zero otherwise. The volume of exports to countries that make up the European Economic Community, as well as countries that do not, is taken for the years 2004, 2005, 2008, 2009 and 2010. For the years 2006 and 2007 the only information available is on the volume of exports to countries different from those that make up the European Economic Community. For these years it is also assumed that the firm is an exporting firm if it exported to the European Economic Community in the period before 2006 and after 2007.

Subsidiary: Dichotomous variable that takes the value of 1 if the firm is a subsidiary of a foreign business group and at the same time has at least 50% of foreign capital participation.

Business enterprise expenditure on R&D: Percentage of business enterprise expenditure on R&D (BERD) over GDP of the parent company's country of origin.

Source: OECD (various years). STAN Database for Structural Analysis.

http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=ANBERD2011_REV3

Degree of trade openness: Ratio of exports plus imports over GDP of the parent company's country of origin.

Source: Heston et al. (2012)

https://pwt.sas.upenn.edu/php_site/pwt_index.php

Internal R&D Intensity: Quotient between internal R&D expenditure and firm's total employment (in logarithms)

Similarity in corporate taxes: Ratio of corporate income taxes of a given country, over corporate income taxes of Spain. Corporate income taxes are combined (central and sub-central) marginal statutory corporate income tax rate on distributed profits, inclusive of surtax (if any).

Source: OECD. OECD Tax Database.

<http://www.oecd.org/tax/tax-policy/oecdtaxdatabase.htm>

Size: Number of employees in a firm (in logarithms).

Annex 4.2: Supplementary estimates.

Table A.4.1. Results of the estimation of generalized Tobit model for R&D offshoring intensity within the group.

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision
Relative trust	-12.654*** (1.904)	-1.089* (0.634)	-11.609*** (2.603)	-0.774 (0.800)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	0.209 (0.272)	0.115** (0.059)	0.486* (0.274)	0.193** (0.083)
Degree of trade openness	0.417 (0.318)	0.105 (0.136)	0.632* (0.380)	0.157 (0.170)
Distance (in logs)	-0.599*** (0.110)	-0.015 (0.034)	-1.165*** (0.259)	-0.172 (0.139)
Corporate taxes similarity	2.950** (1.165)	1.101*** (0.279)	2.587** (1.122)	1.002*** (0.279)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	0.373 (0.262)	0.453*** (0.067)	0.268 (0.293)	0.433*** (0.073)
Lack of information	-0.209 (0.179)	-0.077 (0.050)	-0.207 (0.190)	-0.095** (0.047)
Market Sources of information		-0.003 (0.064)		-0.008 (0.068)
Internal sources of information		0.076*** (0.021)		0.088*** (0.021)
Internal R&D intensity(t-1)	0.166** (0.076)	0.088*** (0.025)	0.175*** (0.065)	0.092*** (0.022)
Subsidiary	-0.102 (0.159)	0.157** (0.062)	-0.030 (0.172)	0.149** (0.074)
Patent applicant	-0.833*** (0.300)	-0.156* (0.085)	-1.018*** (0.162)	-0.219** (0.100)
Size		0.647*** (0.230)		0.683*** (0.256)
Size squared		-0.043** (0.020)		-0.047** (0.023)
Medium & high-tech manufacturing	0.166 (0.206)	0.181* (0.094)	0.209 (0.232)	0.185** (0.088)
Medium & high-tech services	0.186 (0.525)	-0.136 (0.092)	-0.176 (0.359)	-0.162 (0.123)
Rho	0.551** (0.205)		0.565** (0.178)	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.4.2. Results of the estimation of generalized Tobit model for R&D offshoring intensity from the market.

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	Intensity	Decision	Intensity	Decision
Relative trust	2.596 (5.254)	4.380*** (0.763)	1.962 (15.519)	4.673*** (0.580)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	-0.250 (0.301)	-0.011 (0.101)	-0.121 (0.336)	0.015 (0.109)
Degree of trade openness	1.120*** (0.430)	0.119 (0.087)	1.405*** (0.351)	0.165* (0.096)
Distance (in logs)	0.067 (0.199)	0.158*** (0.034)	-0.491 (0.670)	0.102 (0.079)
Corporate taxes similarity	-0.110 (0.936)	-0.204 (0.300)	-0.095 (0.572)	-0.200 (0.262)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	0.556** (0.244)	0.178 (0.174)	0.590 (0.405)	0.154 (0.188)
Lack of information	-0.319 (0.201)	0.072 (0.063)	-0.523 (0.438)	0.059 (0.086)
Market Sources of information		0.250*** (0.094)		0.259 (0.268)
Internal sources of information		-0.026 (0.088)		-0.041 (0.085)
Internal R&D intensity(t-1)	0.366*** (0.116)	0.150*** (0.039)	0.263 (0.585)	0.127*** (0.046)
Subsidiary	0.109 (0.362)	0.119 (0.084)	0.078 (0.680)	0.044 (0.067)
Patent applicant	0.004 (0.529)	0.573*** (0.084)	-0.428 (3.185)	0.660*** (0.112)
Size		0.057 (0.101)		-0.004 (0.403)
Size squared		0.002 (0.008)		0.006 (0.024)
Medium & high-tech manufacturing	-0.224 (0.250)	0.073 (0.069)	-0.376 (0.334)	-0.016 (0.085)
Medium & high-tech services	1.355* (0.781)	-0.104 (0.171)	1.276* (0.712)	-0.188 (0.209)
Rho	0.325 (0.375)		-0.072 (3.127)	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Table A.4.3. Results of the estimation of biprobit model for R&D offshoring.

	Including Spain as headquarters country		Not including Spain as headquarters country	
	With group	Without group	With group	Without group
Relative trust	-1.069 (1.052)	4.403*** (1.296)	-0.766 (1.077)	4.701*** (1.380)
<i>Parent company's country characteristics</i>				
Business expenditure on R&D (% GDP)	0.117* (0.067)	-0.002 (0.094)	0.196** (0.094)	0.018 (0.123)
Degree of trade openness	0.092 (0.109)	0.099 (0.142)	0.146 (0.114)	0.143 (0.148)
Distance (in logs)	-0.013 (0.046)	0.159*** (0.053)	-0.176 (0.144)	0.112 (0.168)
Corporate taxes similarity	1.072*** (0.288)	-0.299 (0.399)	0.971*** (0.297)	-0.304 (0.407)
<i>Firm characteristics</i>				
Exporter (t-1)	0.450*** (0.084)	0.187* (0.100)	0.427*** (0.088)	0.161 (0.108)
Lack of information	-0.079** (0.040)	0.060 (0.048)	-0.099** (0.041)	0.052 (0.052)
Market Sources of information	-0.014 (0.057)	0.271*** (0.073)	-0.024 (0.060)	0.253*** (0.078)
Internal sources of information	0.075** (0.037)	-0.032 (0.051)	0.092** (0.039)	-0.044 (0.054)
Internal R&D intensity(t-1)	0.086*** (0.016)	0.134*** (0.030)	0.090*** (0.017)	0.118*** (0.031)
Subsidiary	0.160** (0.074)	0.124 (0.096)	0.151** (0.077)	0.049 (0.096)
Patent applicant	-0.152* (0.078)	0.577*** (0.079)	-0.207** (0.082)	0.667*** (0.085)
Size	0.659*** (0.158)	0.008 (0.142)	0.674*** (0.168)	0.004 (0.157)
Size squared	-0.046*** (0.013)	0.005 (0.012)	-0.047*** (0.014)	0.005 (0.013)
Medium & high-tech manufacturing	0.184*** (0.062)	0.083 (0.076)	0.190*** (0.064)	-0.014 (0.082)
Medium & high-tech services	-0.139 (0.129)	-0.119 (0.141)	-0.166 (0.141)	-0.203 (0.160)
Rho	0.347*** (0.047)		0.343*** (0.050)	
Number of observations	3,447		2,959	

Source: Own elaboration from PITEC 2004-2010.

Notes: Standard deviation between parentheses. The regressions include year dummies. The symbol "t-1" means that the variable is lagged one period. ***, **, * indicates that the estimated coefficient is significant at 1%, at 5% and at 10%, respectively.

Chapter 5: The effect of high-tech services offshoring on skilled employment: intra-firm evidence²⁰

5.1. Introduction

The frequency with which companies have made use of offshoring strategies has greatly increased in recent years (OECD, 2010). Although initially offshoring was mainly concerned with intermediate manufacturing goods, over the last decade, the offshoring of manufacturing goods has taken a back seat to the offshoring of services, since the demand for more advanced services in technical and administrative areas has substantially grown (Jensen, 2009; Metters and Verma, 2008).

As a consequence, standardized activities of unskilled workers in manufacturing industries have ceased to be the only subject of offshoring and, nowadays, the comparative advantage of countries is not only being associated with natural or physical capital, but also with human capital. Some countries are specializing in technological jobs and in the development of computational concepts, making offshoring a way to contract the necessary services for domestic production in other countries, improving delivery times and the capacity for interaction, and without having in many cases to transport any physical goods.

However, the increase in the offshoring of highly technological services has not happened without problems. When white-collar workers, who are usually better paid because of their experience in ICTs and their ability to learn, is “relocated”, some specific knowledge of the company is destroyed. As a result of the absence of valuable human capital, the incentives of administrators and employees to invest in gaining such specific knowledge diminish (Trefler, 2005).

Offshoring of high-tech tasks leads to more frequent separations between workers and companies, destroying important dimensions of human capital. It is not clear whether

²⁰ The results of this chapter have led to a working paper joint with Elena Huergo: MPRA Paper 43970, University Library of Munich, Germany.

the loss of knowledge that arises from the separation of the company and the workers is an issue of equity, given that it can be harmful for workers displaced by offshoring, or a matter of efficiency, since it destroys valuable human capital.

In this context, many researches have focused on analyzing how the offshoring of materials and services affects the demand for skilled and unskilled workers, or on their impact on wages and welfare. Although the majority of these studies are made on a per-country and industry basis, recent studies have attempted to distinguish between different levels of education and occupations, suggesting in general that services offshoring generates a positive effect on employment and wages for skilled workers and the opposite for unskilled workers (Crinò, 2010).

The objective of this study is to contribute to the debate by analyzing the intra-firm impact of offshoring on the demand for one of the most qualified workers: researchers involved in R&D activities. For this purpose, I use the information of Spanish firms available for the period 2004-2009 available in the Panel of Technological Innovation PITEC, created by the INE (the Spanish Institute of Statistics) as described in chapter 3 of this thesis.

Due to rising unemployment in Spain in recent years, now it is essential to emphasize the discussion about the changes needed to achieve sustained long – term growth. According the OECD (2011), Spain needs to create policies to increase productivity, encourage greater investment in innovative sectors, and channel investment into human capital. This is important in order to continue diversifying production and maintaining support for processes such as the internationalization of Spanish enterprises.

The specific contribution of this study is twofold: firstly, I analyze a particular type of offshoring: the purchases of R&D services²¹ that domestic firms contract from foreign providers. These highly technological activities may have a stronger effect on the demand for skilled labor. Just as Markusen (2005) states, white-collar services that are marketed are crucial complements for different elements of the production chain, such

²¹ R&D services are defined in the database as: “Creative work to increase the volume of knowledge and to create new or improved products and processes (including the development of software)”. They include, among others, engineering services, clinical tests or designs.

as between skilled labor and the telecommunications and infrastructure teams. Furthermore, Crinò (2010) emphasizes that white-collar workers employed in services activities usually do good work and receive high wages. This work requires a high level of knowledge, and although in the past they were protected from offshoring, currently they are more exposed to it.

Secondly, I use individual firm-level data and therefore the effects of offshoring are quantified within the firms that undertake this offshoring. This differs from many other studies in this field that use aggregate data for countries or industries or information about occupations. In addition, the panel structure of the database allows the use of suitable econometric methods to control for the heterogeneity of firms.²²

These results suggest the existence of a positive relation between R&D offshoring and skilled employment for Spanish firms, providing evidence in favor of their complementarity. In addition, I find that this association is stronger in the services sector than in the manufacturing sector.

This chapter has the following structure. In Section 2, I summarize the previous literature about the relations between outsourcing, offshoring and skilled labor. Section 3 includes a description of the empirical model, the database and the main variables. In Section 4, I present the results and, finally, in Section 5, I conclude.

5.2. Outsourcing, offshoring and skilled employment: State of the art

Literature analyzing the impact of international outsourcing on labor markets has increased in parallel to the process of globalization. From a theoretical point of view, an important group of papers follow a Helpman and Krugman (1985) style two-sector general equilibrium model of trading countries to identify the forces that can lead to increased outsourcing. These studies are a normal theoretical reference in the field of international economics.

²² Nevertheless, since PITEC is a database which refers basically to technological activities, it does not include detailed information relating to other aspects relevant to firms. For example, it doesn't have information on the total labor cost, rather only on remuneration of R&D personnel, which limits the analysis to the latter.

An example is the model of two countries, North and South, developed by Glass and Saggi (2001). They assume that international outsourcing in basic production is developed in low-income countries, while northern firms import components that are used to finish the production in the north with northern workers. A manufactured good is produced (by international outsourcing in the south) with continuous intermediate goods that differ in the use of skilled and unskilled workers. All other goods are produced in the north. In the model, southern firms perform outsourcing only in the basic production of old designs, but new developments and designs are produced in northern countries. Outsourcing is carried out because of technological differences and not differences in factor endowment (as in Feenstra and Hanson, 1996a).

In a similar context of two countries, Antras and Helpman's model (2004) assumes the existence of heterogeneous final-good producers that choose ownership structures and locations for the production of intermediate inputs. The equilibrium depends on the wage differential between the North and South, on the ownership advantage in each of the countries, on the distribution of the bargaining power between final good producers and suppliers of components, and on the headquarter intensity of technology.

Also from a macroeconomic perspective, Grossman and Rossi-Hansberg (2008) argue that countries with different stages of development, different technologies and different factor endowments generate different factor prices. They wonder about how offshoring opportunities affect wages of different types of labor (unskilled labor and skilled labor). Production technology is specified in terms of tasks and each task requires the input of some single factor of production. The decision to perform tasks through offshoring depends on the difference between internal and external prices and communications technology. The model assumes that tasks can be performed remotely, so that the production of a good can be internationalized.²³

Against the above-mentioned models, which allow for explaining the impact of offshoring on labor markets from macroeconomic models, a second group of studies

²³ Offshoring is costly in the sense that performing a task at a distance requires a greater factor input than if the task is performed nearby, and tasks differ in their remote performance costs.

tries to analyze the same problem from a microeconomic perspective. These studies usually include empirical approximations made with data from a much larger level of disaggregation (firm, sector, occupation).

Many of these works have centered on analyzing whether the impact of outsourcing or offshoring is different for skilled workers (Hijzen et al., 2005; Canals, 2006; Ekholm and Hakkala, 2006; Geishecker and Görg, 2008, and forthcoming). Although these studies show different analytical structures and levels of disaggregation of data, in general they find that highly skilled workers obtain a wage premium due to international outsourcing, which has raised the gap between the wages of skilled workers with respect to the wages of unskilled workers in recent periods. This suggests the existence of a complementary relationship between international outsourcing and skilled employment, although its significance depends on aspects such as inter-industrial labor mobility and labor rigidity, which are also influenced by public policies on labor markets.

Within this second group of studies I want to emphasize the ones that include a microeconomic foundation. This is the case of the studies by Amiti and Wei (2006), Criscuolo and Garicano (2010), and Crinò (2010), who begin with the existence of an enlarged production function in which offshoring or outsourcing is incorporated. Assuming that firms maintain an optimizing behavior, these authors reach a function of labor demand that will be the equation to be estimated in the empirical part. This will be the approach in the study, given the type of empirical approximation that I intend to make.²⁴ However, I follow a firm level perspective instead of an industry perspective, and I aim to reach a greater specificity in the analysis of the relation between labor demand and offshoring, using the information about offshore R&D activities of Spanish firms. The sector to which companies belong and the type of technology they use will be taken into account, distinguishing between skilled and unskilled workers and focusing specifically on the firms' demand for researchers to perform inside R&D activities.

²⁴ A more detailed exposition of the model is given in the next section.

5.3. Model and data

5.3.1. The model

Given the type of information available in the PITEC database, the methodology consists of the estimation of a conditional labor demand function in which the offshoring appears as a key determinant. This approach is in line with many papers that, since Griliches (1979, 1995), estimate the impact of R&D activities on productivity with firm-level data starting from a standard production function that is augmented with a kind of technological input.²⁵ In our case, the firm-level production function is augmented with offshoring and internal innovation activities. In particular, the production function for firm i in industry j is written as follows:

$$Y_{ij} = A_{ij}(oss_{ij}, inn_{ij}) F_{ij}(L_{ij}^{R\&D}, L_{ij}^O, K_{ij}, M_{ij}, S_{ij}) \quad [1]$$

where Y represents the output that is a function of labor, $L = L^{R\&D} + L^O$, physical capital, K , materials, M , and services used as inputs, S . Notice that, as we are interested in analyzing the impact of R&D offshoring on skilled labor, I distinguish between the researchers devoted to R&D activities, $L^{R\&D}$, which by definition are highly qualified workers, and other employees, L^O . A stands for the technical change, which is a function of the offshoring of services, oss and also of innovation activities developed domestically by the firm, inn .

As was previously mentioned, in this study the concept of service offshoring refers specifically to those activities in research and development carried out abroad, that is, purchases of R&D services from foreign providers, which can be firms of the same group, firms outside the group, public institutions, universities, etc. I call this concept R&D offshoring, which is different from the innovation activities developed domestically by the firm²⁶, which I denote by inn in equation (1).

²⁵ Griffith et al. (2006) follow this approach to provide evidence for technology sourcing from the U.S.. The OECD (2007) also uses a similar model to measure the impact on the demand for labor of outsourcing production abroad. The model is estimated using sectorial data for 12 OECD countries for years 1995 and 2000.

²⁶ In particular, this concept includes internal R&D activities (regardless of the remuneration to researchers to avoid double accounting), domestic R&D outsourcing and other innovation expenditures.

As in Amiti and Wei (2006), I assume that the process of minimizing costs happens in two stages: in the first stage, the firm chooses the quantity of traditional inputs, while in a second stage it chooses the proportion in which it will import material and service inputs.²⁷ I also assume that all firms in the same industry face identical input prices, including imported inputs and physical capital. In this context, the conditional labor demand function for R&D employees can be expressed as:

$$L_{ij}^{R\&D} = \frac{g_j(\mathbf{w}_j, oss_{ij}, inn_{ij}, Y_{ij})}{A_j(oss_{ij}, inn_{ij})}, \quad [2]$$

where $\mathbf{w}_j = (w_j^R, w_j^O, r_j, q_j^m, q_j^s)$ is the vector of input prices that correspond, respectively, to the wages of researchers, the wages of the rest of the employees, the rental rate on capital, and the prices for materials and service inputs used in the production.

As is common in the empirical literature (Hamermesh, 1993; Criscuolo and Garicano, 2010; Crinò, 2010), this equation of conditional labor demand will be estimated using the following log-linear specification:

$$\ln L_{ij}^{R\&D} = \beta_0 + \beta'_w \ln \mathbf{w}_j + \beta_{os} \ln oss_{ij} + \beta_{inn} \ln inn_{ij} + \beta_Y \ln Y_{ij} + \beta'_x \mathbf{X}_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad [3]$$

where \mathbf{X} stands for a vector of other control variables that will be explained afterwards and ε_{ij} is the residual with the usual properties. In this conditional demand function, if R&D offshoring increases productivity, I would expect the offshoring to have a negative effect on the demand for R&D employment, since fewer inputs are needed to produce the same amount of output.

Alternatively, if I substitute in equation [2] for the firm's profit maximizing level of output, which is also a function of offshoring, the following demand function for R&D labor would be obtained:

$$L_i^{R\&D} = \frac{g_j(\mathbf{w}_j, oss_i, inn_{ij}, p_i)}{A_j(oss_i, inn_{ij})}, \quad [4]$$

²⁷ In addition, the fixed cost of importing services and material inputs may vary by industry. As Amiti and Wei (2006) justify, the level of the sophistication of the inputs are different for each industry, and hence will involve different amounts of search costs.

which in terms of the log-linear specification will be equivalent to:

$$\ln L_{ij}^{R\&D} = \beta_0 + \beta'_w \ln w_j + \beta_{os} \ln oss_{ij} + \beta_{inn} \ln inn_{ij} + \beta_p \ln p_{ij} + \beta'_x X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad [5]$$

The way in which offshoring affects labor demand in this equation is not easily identifiable, and, furthermore, is one of the main questions I seek to answer in this study. In line with Amity and Wei 's (2006) arguments, R&D offshoring could affect the demand for researchers through three main channels:

- A substitution effect through the price of imported services. A fall in that price would lead to a reduction in the demand for researchers if R&D labor and R&D services were substitutes. However, the effect could be the opposite if they complement each other.
- A productivity effect if R&D offshoring leads to improvements in efficiency. Firms may produce the same quantity of a product with fewer inputs, reducing their demand for labor inputs.
- A scale effect if, as R&D offshoring makes the company more efficient and competitive, the demand for its product increases and, as a consequence, the firm also hires more employees.

The net effect of R&D offshoring through these three channels will be captured in coefficient β_{os} . In a firm-level context, it is not easy to predict which effect will be the predominant effect and in fact this is one of the main questions I want to answer empirically in the study.

5.3.2. Description of the database and main variables

The empirical analysis is made with the information provided in the Panel of Innovation Technology (PITEC), from 2004 to 2009. This database is carried out by the INE (The Spanish Statistics Institute) and encloses micro-data on Spanish firms' innovation activities and their conditions for scientific research. Although the PITEC includes a sample of firms that do not undertake technological activities, given the objective of this study, I focus the analysis on the sample of innovative firms, that is, firms that have positive innovation expenditures during the period.

This database allows to study offshoring activities for the highest knowledge intensive input: Research and Development (R&D). The database provides information about the R&D done within the firm (in-house R&D) or outside the firm through a contract or an agreement (external R&D). Also, purchasing services may take place in Spain or abroad, and the suppliers may be firms of the same group, firms outside the group, public institutions, universities, etc. With this in mind, I use the term *R&D outsourcing* for the purchases of R&D services (without taxes) from firms or other organizations outside the group (if the company belongs to a group) and the term *R&D offshoring (oss)* for the purchases of R&D services abroad, regardless of the location of the provider. International outsourcing will be part of both concepts.

In this database, around 7% of firms engaged in offshore R&D activities during the period. In the manufacturing sector R&D offshoring is greater than in the services sector: 8% of manufacturing firms purchase R&D services abroad, while for service firms this percentage is 5%. Among R&D offshorers, around 74% belong to the manufacturing sector, while 26% belong to the services sector. These percentages remain rather constant over time.

In addition, the presence of R&D offshorers is higher in high and medium tech sectors (see Table 5.1). As Añón et al. (2010) point out, unlike low technology sectors, firms with high levels of capital intensity or large firms are more likely to offshore high-tech activities because of their ability to manage capital flows, cash flow, and benefits through other countries.

The information included in the PITEC also allows for distinguishing which part of total employment in the firm corresponds to researchers devoted to R&D activities. The term *researcher* refers specifically to professionals who work on the creation of new concepts, products or processes, methods and systems, and on the management of respective projects.²⁸ This *R&D employment ($L^{R\&D}$)* is the measure of high-skilled labor demand. In the sample, the demand for researchers from the years 2004 to 2009 is half in manufacturing firms half (3.6) of what it is in services firms (7.1).

²⁸ Technicians or assistants in administrative tasks associated with R&D activities are excluded from this concept.

Table 5.1. R&D offshoring by activity sector and technology class

		Number of observations		
Activity	Technology class	Firms without R&D offshoring	Firms with R&D offshoring	Total
Services	Low technology	8,672 (96%)	319 (4%)	8,991
	High & medium technology	5,548 (94%)	378 (6%)	5,926
	<i>Total</i>	<i>14,220 (95%)</i>	<i>697 (5%)</i>	<i>14,917</i>
Manufacturing	Low technology	10,216 (94%)	701 (6%)	10,917
	High & medium technology	12,712 (91%)	1,229 (9%)	13,941
	<i>Total</i>	<i>22,928 (92%)</i>	<i>1,930 (8%)</i>	<i>24,858</i>
Total		37,148 (93.4%)	2,627 (6.6%)	39,775

Source: Own calculation from the PITEC 2004-2009.

Notes: Percentages over the total in each row are shown between parentheses. See the correspondence of high and medium-tech activities and low activities and the two-digit NACE Rev.2 class in Annex 5.1.

As for wages, the average wage for researchers (w^R) has been obtained from the PITEC as the quotient between total remunerations to researchers and R&D employment.²⁹ As can be seen in Table 5.2, regardless of the activity sector, the average wage of researchers is higher in firms with more than 200 employees that offshore R&D activities. In particular, the highest salaries are obtained by researchers that work in large firms that offshore R&D and operate in high & medium-tech services sectors. In this case, the average wage is 47.5% higher when compared with workers in firms with similar features in the manufacturing sector.

The definitions of the rest of the variables included in the theoretical model are as follows. *Domestic innovation expenditures (inn)* are obtained as the sum of in-house R&D expenditures (excluding the remunerations to R&D employment), domestic R&D outsourcing and other innovation expenditures (on acquisition of machines, services, and equipment, acquisition of external knowledge, preparation for production and distribution, training, and introduction of innovations). For manufacturing firms, total

²⁹ Sectoral price indexes are used to homogenize the monetary magnitudes of different years. The year 2007 is considered the base year. In the case of wages, I use harmonized labor cost indexes by activity class provided by the Spanish Institute of Statistics INE.

output (Y) is obtained as sales deflated using sectorial price indexes published by the Spanish Institute of Statistics³⁰. Because there is no data in the database about total labor costs, as a proxy of the *wages of other employees* (w^o), I use the average wage of technicians and assistants in administrative tasks associated with R&D activities. These jobs have a lower level of qualification. The decision to use this proxy is associated with the lack of information in national statistical sources about the level of wages per occupation in a sufficiently disaggregated level. Nevertheless, it is important to remember that we could expect to find a qualification gap between technicians and assistants in R&D and a significant part of the rest of employees, which is why this variable should be carefully interpreted. It is assumed that product prices and the rest of the input prices are the same for all the firms in the same industry. This is equivalent to introducing sectorial dummies in the model.³¹

Table 5.2. Average wages (in €) of researchers by offshoring strategy, activity and size

	SMEs (less than 200 employees)			Large firms (200 employees or more)		
	All firms	Firms without R&D Offshoring	Firms with R&D Offshoring	All firms	Firms without R&D Offshoring	Firms with R&D Offshoring
Services	46,078	45,793	51,189	63,570	62,727	77,522
High & medium-tech	43,531	42,981	51,063	77,367	75,657	99,856
Manufacturing	47,511	47,237	52,799	63,600	61,156	74,253
High & medium-tech	48,928	48,599	54,535	64,676	63,792	67,688
Total	46,937	46,650	52,340	63,110	61,192	74,548

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

Additionally, as control variables I include dummy variables reflecting whether the firm is an exporter, belongs to a high or medium-tech activity sector, has more than 50% of foreign capital or is a large firm. As Bernand et al. (2007) point out, exporters are larger, more productive, more capital and skill-intensive and pay higher wages than non-exporters, and Mayer and Ottaviano (2008) suggest that FDI-makers perform better

³⁰ There are no series of sectorial price indexes for services activities with the level of sectoral disaggregation needed for the analysis.

³¹ When the model is estimated as a fixed effects model in panel data using a within-groups estimator, these dummies disappear, which is why in this model there are not variables that capture the effect of these prices. Nevertheless, this assumption is the same one that Amiti and Wei (2006) make in their study on the industry of the United States for the period from 1992 to 2003.

than exporters. In addition, in many countries there is a correlation between firms that import intermediate inputs and those that export (Bernand et al., 2007). Therefore, the exporting character of a firm will be indirectly reflecting the offshoring of intermediate manufacturing inputs. This is an omitted variable in the model since there is no information about it in the database.

As for firm size, following the theory of human capital (Hamermesh, 1980, 1993; Kremer 1993; Dunne and Schmitz, 1992), the most skilled workers would be employed by large firms due to aspects such as the complementarity between physical and human capital, the advantages of matching skilled workers with other skilled workers, and the greater capacity to amortize fixed costs associated with the hiring of skilled employees. Furthermore, as efficiency wage models show, given that monitoring costs are higher in large firms, it would be preferable for them to hire skilled workers, pay good wages, and create good working conditions as a way to avoid the constant search for workers and as an incentive for employees to remain in the firm (Bulow and Summers, 1986).

In Table 5.3, the means of the main variables used in the estimations are shown. Nearly 62% of firms are exporters, with the percentage in the manufacturing sector higher than in the services sector. In addition, in almost 10% of firms the presence of foreign capital exceeds 50% of ownership.

Table 5.3. Sample averages of the main variables

Variables	All Firms	Manufacturing firms	Services firms
Domestic innovation expenditures (<i>inn</i>) (in logs)	11.8	11.8	11.8
Exporter ^d (% observations)	61.9	77.5	35.0
Foreign capital ^d (% observations)	10.7	13.2	6.5
High and medium-tech activity sector ^d (% obs.)	53.6	59.1	45.3
International technological cooperation (% obs.)	15.5	15.1	16.5
Large firm ^d (% observations)	18.9	20.6	16.1
Output (<i>Y</i>) (in logs)	-	16.2	-
Proportion of foreign support for R&D (%)	0.06	0.02	0.12
Quantity of foreign support for R&D (in logs)	0.04	0.01	0.08
R&D employment ($L^{R\&D}$)	4.8	3.6	7.1
R&D employment ($L^{R\&D}$) (in logs)	0.36	0.21	0.62
R&D offshorer ^d (% observations)	6.9	7.7	5.3
R&D offshoring (<i>oss</i>) (in logs)	0.77	0.89	0.59
Total employment (<i>L</i>) (n. of employees)	236.7	180.7	340.4
Wages of researchers (w^R) (in logs)	10.6	10.7	10.6
Wages of other employees (w^O) (in logs)	8.0	8.3	7.4
Number of observations	33,134	20,893	11,920

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

Note: d = dummy variable

5.4. Results

In this section, I present the evidence obtained from the estimation of the labor demand function in equation [5]. Because of the log-linear specification of the demand function, estimated coefficients of continuous explanatory variables can be interpreted as elasticities.

Given the panel structure of the data, I have estimated the model, alternatively assuming a fixed effects (FE) model and a random effects (RE) model, and I use a Hausman specification test to choose among them. As is well known, in the FE model the distribution of unobserved heterogeneity is not restricted, and nothing is assumed regarding the correlation structure between the individual effects and the explanatory variables, as the formers are treated as parameters to be estimated differently for each firm. However, in a random effects model assumptions must be made about the distribution of unobserved heterogeneity, and this is difficult to establish especially when the unobservable effects are correlated with other explanatory variables

In these estimates, the coefficients of the FE model have been obtained using a within-groups estimator, while the coefficients of the RE model come from a Generalized Least Squares (GLS) estimator. In both cases, I previously test the normality assumption of errors, so that there exist heteroskedastic and first order autocorrelation.³² To correct these problems I calculate panel-corrected standard error (PCSE) estimates.³³

In addition, notice that to develop the theoretical model I have assumed that the firm minimizes costs in two stages: first, it chooses the quantity of traditional inputs, and afterwards chooses the proportion in which it will import material and service inputs. However, these decisions could be simultaneous. To control for the potential endogeneity of R&D offshoring, I also estimate the model using instrumental variables approaches. In particular, I consider two supplementary variables as instruments: a dummy variable capturing the existence of technological agreements with foreign partners (*international technological cooperation*), and the percentage of internal R&D

³² In all cases, a modified Wald test is used to assess whether heteroskedasticity exists, as being the null hypothesis of constant variance is rejected. Additionally, a Wooldridge test confirms the presence of first order autocorrelation. See Annex 5.2.

³³ I use the “xtpcse” command in Stata.

expenditures financed by foreign companies (*proportion of foreign support for R&D*). Sargan overidentification tests are used to observe the validity of these instruments in each specification.

Table 5.4 reports the results of the FE and RE models without instruments, as well as the estimations with instrumental variables by FE two stage least squares (FE2SLS), by RE two stage least squares (RE2SLS), and by Baltagi's error component two-stage least squares (EC2SLS)³⁴, respectively, for all innovative firms.

When models without instrumental variables are considered (columns (1) and (2)), the Hausman test confirms the existence of a correlation between observable explanatory variables and individual firm effects, so the coefficients from the FE model are the consistent ones under the assumption of strict exogeneity of independent variables. However, as most control variables are time-invariant and disappear in the within-group estimator, I keep the results from the RE model to have some idea of their impact on labor demand for researchers.³⁵

In both cases, R&D offshoring has a positive effect on the demand for researchers. However, as I have mentioned previously, I must be cautious when interpreting this result as a causal relationship between R&D offshoring and the demand for R&D labor: the estimated coefficient could be biased upward if they were simultaneously determined by the firm. Nevertheless, the estimates by instrumental variables procedures (columns (3) to (5)) confirm the existence of a positive relationship, with the elasticity being between 0.08 and 0.24 depending on the assumption about the errors. In particular, the coefficient of the FE2SLS model implies that if R&D offshoring doubles, the demand for researchers will rise by about 8%.

³⁴ Baltagi's EC2SLS, is a matrix- weighted average between 2SLS and FE2SLS, and therefore provides estimates for time invariant variables. See Baltagi (2008), chapter 7, section 7.1.

³⁵ I have also performed RE2SLS including industry dummies for 2-digit NACE Rev. 2 classes (see Annex 1), and the main results remain unchanged. These results are shown in annex 5.3.

Table 5.4. Demand for researchers (in logs). All innovative firms.

	FE (1)	RE (2)	FE2SLS (3)	RE2SLS (4)	EC2SLS (5)
R&D offshoring (in logs)	0.009*** (0.001)	0.025*** (0.002)	0.078*** (0.013)	0.128*** (0.011)	0.239*** (0.013)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.052*** (0.002)	0.124*** (0.002)	0.047*** (0.002)	0.061*** (0.002)	0.054*** (0.003)
Wages of researchers (in logs)	-0.125*** (0.006)	-0.106*** (0.006)	-0.127*** (0.005)	-0.125*** (0.005)	-0.131*** (0.006)
Wages of other employees (in logs)	-0.033*** (0.001)	-0.035*** (0.001)	-0.034*** (0.001)	-0.033*** (0.001)	-0.034*** (0.001)
Large firm		0.440*** (0.015)		0.441*** (0.028)	0.380*** (0.038)
Exporter		0.091*** (0.008)		0.147*** (0.022)	0.128*** (0.030)
Foreign capital		0.107*** (0.016)		0.035 (0.035)	-0.073 (0.047)
Manufacturing firm		-0.217*** (0.013)		-0.236*** (0.029)	-0.271*** (0.039)
High and medium-tech manufact.		0.258*** (0.010)		0.235*** (0.025)	0.230*** (0.034)
High and medium-tech services		0.457*** (0.018)		0.457*** (0.032)	0.443*** (0.044)
Hausman (<i>p-value</i>)		0.000		0.000	0.0000
Test of joint significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
Sargan over-identification test (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=2.5$ 0.114	$\chi^2(1)=4.9$ 0.027	
Number of observations	33138	33138	31718	33174	33174

Notes: Estimated standard errors between parentheses. Coefficients significant at: 1%***, 5%***, 10%*. All regressions include the constant. Hausman reports the *p-value* from a test under the null hypothesis that unobserved firm effects are uncorrelated with the regressors. The test of joint significance of the variables reports the *p-value* of a Wald test except in the case of the FE2SLS estimates, where the *p-value* corresponds to an F-test. The instruments used are: *quantity of foreign support for R&D* and *international technological cooperation*.

Therefore, for this specific type of highly qualified employment, the evidence about the impact of R&D offshoring seems to suggest the existence of a positive association between R&D employment and imported R&D services. This is consistent with both the hypothesis that they are strategic complements, and the prevalence of a scale effect: an increase in offshoring would make the firm more efficient and competitive, increasing the demand for its product and for all types of employment. The result is also in line with previous empirical evidence that, with other levels of aggregation in the data, suggests that service offshoring increases highly skilled employment (Crinò, 2010).

As for the rest of the variables, unsurprisingly the average wage of researchers has a negative impact on their demand, the elasticity near -0.13. The wages of other employees also have a negative relation with the employment of researchers, although the magnitude of this elasticity is lower. Domestic expenses on innovation have a positive effect on R&D employment, which is coherent with Treffer's (2005) views, which indicates that in recent years there has been a rapid growth in services that simultaneously involve innovation, intensive processes in technology, and employment for white-collar workers.

All the control variables behave in accordance to the predictions of economic theory. When taking into consideration the variables that appear in the estimations by RE, I observe that exporters, companies in high and medium-tech sectors, especially in services activities, and multinational and large firms tend to hire more researchers. In addition, the dummy variable for manufacturing firms reflects that this kind of company demands less R&D employment.

As has been previously argued, authors such as Jensen (2009) state that during the last decade, offshoring has been redirected from manufacturing to services. For that reason, in what follows the results are analyzed separately for the manufacturing sector and the services sector (see Tables 5.5 and 5.6). In both samples all explanatory variables keep their signs and significance in general with respect to previous estimates for all innovative firms.

In addition, when only firms in the services sector are analyzed, R&D offshoring shows a positive association with the demand for researchers, as the elasticity is higher than in the whole sample. In this case, if R&D offshoring doubles the demand for researchers will rise by around 11% (see column FE2SLS in Table 5.5). Once again, this suggests that labor demand can be affected through the scale effect or that R&D labor and imported R&D services are complements inside the firm.

Table 5.5 Demand for researchers (in logs). Services firms

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
Offshoring (in logs)	0.013*** (0.003)	0.029*** (0.003)	0.106*** (0.032)	0.196*** (0.029)	0.360*** (0.036)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.073*** (0.005)	0.165*** (0.005)	0.066*** (0.005)	0.082*** (0.005)	0.070*** (0.007)
Wages of researchers (in logs)	-0.162*** (0.013)	-0.161*** (0.013)	-0.161*** (0.010)	-0.160*** (0.010)	-0.162*** (0.014)
Wages of other employees (in logs)	-0.041*** (0.001)	-0.042*** (0.002)	-0.041*** (0.002)	-0.040*** (0.002)	-0.040*** (0.002)
Large firm		0.380*** (0.029)		0.417*** (0.055)	0.485*** (0.080)
Exporter		0.134*** (0.016)		0.175*** (0.044)	0.121 (0.063)
Foreign capital		0.057*** (0.033)		-0.078 (0.084)	-0.247* (0.119)
High and medium-tech sector		0.428*** (0.018)		0.423*** (0.042)	0.415*** (0.060)
Hausman (<i>p-value</i>)		0.000		0.075	0.000
Test of joint significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sargan test (m) (<i>p-value</i>)			$\chi^2(1)=1.9$ 0.167	$\chi^2(1)=4.1$ 0.044	
Number of observations	11922	11922	11258	11925	11925

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

See notes to Table 5.4.

Table 5.6. Demand for researchers (in logs). Manufacturing firms

	FE	RE	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
Offshoring (in logs)	0.007*** (0.001)	0.024*** (0.002)	0.056*** (0.012)	0.094*** (0.010)	0.181*** (0.011)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.039*** (0.002)	0.099*** (0.003)	0.036*** (0.002)	0.051*** (0.002)	0.046*** (0.003)
Wages of researchers (in logs)	-0.107*** (0.006)	-0.080*** (0.006)	-0.110*** (0.005)	-0.105*** (0.005)	-0.111*** (0.006)
Wages of other employees (in logs)	-0.027*** (0.001)	-0.028*** (0.001)	-0.028*** (0.001)	-0.028*** (0.001)	-0.028*** (0.001)
Large firm		0.482*** (0.017)		0.520*** (0.028)	0.418*** (0.040)
Exporter		0.060*** (0.009)		0.121*** (0.022)	0.111*** (0.030)
Foreign capital		0.128*** (0.017)		-0.003 (0.018)	-0.045* (0.023)
High and medium-tech sector		0.265*** (0.010)		0.248*** (0.019)	0.247*** (0.025)
Hausman (<i>p-value</i>)		0.000		0.000	0.000
Test of joint significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sargan (m)			$\chi^2(1)=3.3$	$\chi^2(1)=3.1$	
(<i>p-value</i>)			0.070	0.080	
Number of observations	21,216	21,216	20,422	21,249	21,249

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

See notes to Table 5.4.

The same positive relationship is obtained in the sample of manufacturing companies (see Table 5.6). However, in this case the elasticity of R&D employment to R&D offshoring is half of what it is in services, showing that the demand for highly skilled labor is more sensitive to changes in offshoring in the latter sector, which is probably due to the nature of services offshoring that I am considering in this study.

To study this question more deeply, estimates in Table 5.7 split the sample of services firms in two subsamples, one for firms operating specifically in the sector of Scientific research and development, and one for the rest of the services firms.³⁶

³⁶ For simplicity, in this case I only show the results obtained with IV procedures.

Table 5.7. Demand for researchers (in logs). Services firms

	Except firms in scientific research and development			Only firms in scientific research and development		
	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS	FE2SLS	RE2SLS	EC2SLS
Offshoring (in logs)	0.137** (0.044)	0.224*** (0.037)	0.389*** (0.044)	0.054 (0.038)	0.088* (0.037)	0.108** (0.036)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.060*** (0.005)	0.079*** (0.005)	0.070*** (0.007)	0.139*** (0.016)	0.174*** (0.016)	0.170*** (0.016)
Wages of researchers (in logs)	-0.161*** (0.011)	-0.155*** (0.011)	-0.161*** (0.014)	-0.188*** (0.027)	-0.192*** (0.028)	-0.190*** (0.029)
Wages of other employees (in logs)	-0.043*** (0.002)	-0.043*** (0.002)	-0.043*** (0.002)	-0.023*** (0.004)	-0.021*** (0.005)	-0.021*** (0.005)
Large firm		0.346*** (0.046)	0.397*** (0.063)		1.904*** (0.235)	1.892*** (0.247)
Exporter		0.130*** (0.037)	0.096 (0.051)		0.336** (0.13)	0.328* (0.136)
Foreign capital		-0.001 (0.074)	-0.131 (0.098)		-0.413 (0.290)	-0.489 (0.306)
High and medium-tech sector		0.238*** (0.036)	0.262*** (0.050)			
Hausman (<i>p-value</i>)		0.010	0.000		0.636	0.8615
Test of joint significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sargan (m)	$\chi^2(1)=0.8$	$\chi^2(1)=0.1$		$\chi^2(1)=0.2$	$\chi^2(1)=2.0$	
(<i>p-value</i>)	0.371	0.724		0.635	0.161	
Number of observations	9,560	10,220	10,220	1,685	1,705	1,705

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

See notes to Table 5.4.

According to this criterion, the results establish that the elasticity of R&D employment to imported R&D services is larger when I exclude the firms in the R&D sector from the analysis. However, in this latter industry, the association is much weaker and even disappears in the FE2SLS model. This suggests that for firms in R&D activities the scale effect could be partially offset by a substitution relation between both inputs.

Finally, in Table 5.8 I proceed to estimate the *conditional* labor demand for researchers (equation [3]) in the manufacturing sector, given that it is the only sector in which I can take the firms' real output into consideration. With this estimation I aim to disentangle the presence of the scale effect previously mentioned from the potential complementarity association between R&D employment and imported R&D services. As

can be seen in Table 5.8, after adding the output to the specification, the effect of R&D offshoring on the demand for researchers remains positive and significant, although the elasticity is smaller. This would confirm that they are complements to manufacturing firms.

Table 5.8. Conditional demand for researchers (in logs). Manufacturing firms

	FE (1)	RE (2)	FE2SLS (3)	RE2SLS (4)	EC2SLS (5)
Offshoring (in logs)	0.006*** (0.001)	0.022*** (0.002)	0.054*** (0.012)	0.089*** (0.010)	0.166*** (0.011)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.038*** (0.002)	0.087*** (0.003)	0.035*** (0.002)	0.048*** (0.002)	0.043*** (0.003)
Wages of researchers (in logs)	-0.109*** (0.006)	-0.095*** (0.006)	-0.112*** (0.005)	-0.110*** (0.005)	-0.115*** (0.007)
Wages of other employees (in logs)	-0.028*** (0.001)	-0.030*** (0.001)	-0.028*** (0.001)	-0.028*** (0.001)	-0.029*** (0.001)
Large firms		0.289*** (0.018)		0.346*** (0.030)	0.271*** (0.042)
Exporter		0.016 (0.010)		0.065** (0.022)	0.062* (0.029)
Foreign capital		0.059** (0.017)		-0.023 (0.018)	-0.059** (0.022)
High and medium-tech sector		0.297*** (0.010)		0.266*** (0.019)	0.270*** (0.024)
Output (in logs)	0.048*** (0.008)	0.097*** (0.004)	0.047*** (0.007)	0.073*** (0.005)	0.068*** (0.008)
Hausman (<i>p-value</i>)		0.000		0.000	0.000
Test of joint significance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sargan overidentification test (m)			$\chi^2(1)=2.5$	$\chi^2(1)=2.0$	$\chi^2(8)= 283.0$
(<i>p-value</i>)			0.111	0.158	0.000
Number of observations	20,895	20,895	20,112	20,926	20,926

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

See notes to Table 5.4.

To check robustness, I have re-estimated the regressions presented in Tables 5.4 to 5.8 using alternative measures for wages and domestic innovation expenditures, but the results remain basically the same.³⁷

³⁷ In particular, I have considered the average wage for R&D employment relative to the average wage of workers in the sector in which the firm operates. I have also tried to define domestic innovation expenditures by excluding not only the remuneration of researchers, but also the remuneration of technicians and assistants in R&D activities. The results are available from the authors upon request.

5. Conclusions

The process of offshoring has been carried out in different ways throughout the years. Before the 1990s, the objective of this strategy was mainly to reduce cost, especially in the manufacturing sector. In the first decade of the new millennium, this phenomenon expanded to services activities, especially with the development of ICTs, the exploitation of new markets, and the development of new products.

Therefore, researches have been interested in the causes, effects, and tendencies of this phenomenon. With respect to the studies that seek to analyze the consequences of offshoring on labor markets, one of the main debates has focused on how materials and services offshoring affect the demand for skilled and unskilled workers, or on their impact on wages and welfare.

The objective of this study is to contribute to this debate by analyzing the impact of offshoring on the demand for one of the most qualified workers: researchers involved in R&D activities. I examine a particular type of offshoring: the purchases of R&D services that domestic firms contract from foreign providers. These highly technological activities may have a stronger effect on the demand for skilled labor. For the empirical analysis I use firm-level data of Spanish companies for the period 2004-2009, quantifying the effects of R&D offshoring within firms that undertake innovative activities.

I find evidence of a positive relation between R&D offshoring and skilled employment for Spanish firms. In particular, the estimates by instrumental variables procedures suggest that if R&D offshoring doubles, the demand for researchers will rise by about 8%. This result is consistent with the hypothesis that both inputs are strategic complements, and with the existence of a scale effect: an increase in R&D offshoring would make the firm more efficient, increasing the demand for its product and for all types of employment. This conclusion is also in line with previous empirical evidence with industry-level data suggesting that service offshoring increases high skilled employment (Crinò, 2010).

In addition, the elasticity in services firms is double the elasticity in manufacturing firms. However, as we would expect given the specific type of offshoring considered in this study, the magnitude of the elasticity is lower in the subsample of services firms performing R&D activities. In this case, the scale effect could be partially compensated for by a substitution relation between both inputs.

Nevertheless, these results should be interpreted with caution due to the restrictions of information in the database regarding the price of products and of some inputs unavailable with the level of disaggregation required. The results will be more precise to the extent that the analysis of this firm level disaggregated information can be incorporated, showing a natural extension of the investigation.

In my view, governments should be aware that R&D offshoring by services and manufacturing firms is not a threat but an opportunity, because of its complementarity with high skilled labor, which can be capitalized as long as public policies include programs to retrain and qualify the workforce to perform the required tasks.

References

- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Añon, D., Driffiel, N and Temouri, Y. (2010): "The futures of Offshoring FDI in high-tech sectors", *Futures* 42, 960-970.
- Antras, P. and Helpman, E. (2004): "Global Sourcing", *Journal of Political Economy* 112(3), 552-80
- Baltagi, B.H. (2008), *Econometric Analysis of Panel data*, Fourth Edition, Chichester: John Wiley.
- Bernand, A. B. et al. (2007): "Firms in International trade", NBER Working paper No 13054.
- Bulow, J. and Summers, L. (1986): "A Theory of Dual Labor Markets, with Applications to Industrial Policy, Discrimination, and Keynesian Unemployment", *Journal of Labor Economics* 4, 376-414.
- Canals, C. (2006): "Outsourcing and your Collar's Color", Working Paper Series No. 03/2006, La Caixa.
- Crinò, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77(2), 595-632.
- Criscuolo, C. and Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- Dunne, T. and Schmitz, J. (1992): "Wages, employer size-wage premia and employment structure: Their relationship to advanced-technology usage at U.S. manufacturing establishments", Discussion Papers Center for Economic Studies CES 92-15, Bureau of the Census.
- Ekholm, K. and Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor demand: Evidence from Sweden", CEPR Discussion Papers 5648, C.E.P.R. Discussion Papers.
- Feenstra, R. and Hanson, G. (1996): "Globalization, outsourcing and wage inequality", Working Paper 5424, National Bureau of Economic Research.
- Geishecker, I. and Görg, H. (2008): "Winners and losers: A micro-level analysis of international outsourcing and wages", *Canadian Journal of Economics* 41(1), 243-270.
- Geishecker, I. and Görg, H. (forthcoming): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers*, doi:10.1093/oep/gpr055.

- Glass, A. and Saggi, K. (2001): "Innovation and wage effects of international outsourcing", *European Economic Review* 45, 67-86.
- Griffith, R., Harrison, R. and Van Reenen, J. (2006): "How special is the special relationship? Using the impact of U.S. R&D spillovers on U.K. firms as a test of technology sourcing", *The American Economic Review* 96 (5), 1859-1875.
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- Griliches, Z. (1995): "R&D and productivity: econometric results and measurement issues". In: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Oxford, pp. 52-89.
- Grossman, G. and Rossi-Hansberg, E. (2008): "Trading Task: A Simple Theory of offshoring", *The American Economic Review* 98(5), 1978-1997.
- Hamermesh, D. S. (1980): "Commentary", in J. J. Siegfried (ed.): *The Economics of Firm Size, Market Structure and Social Performance*. Washington D.C.: Federal Trade Commission.
- Hamermesh, D.S. (1993): *Labor Demand*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Helpman, E. and Krugman, P.R. (1985): *Market Structure and Foreign Trade*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hijzen, A., Görg, H. and Hine, R.C. (2005): "International Outsourcing and the Skill Structure of Labor Demand in the United Kingdom", *Economic Journal* 115, 860-78.
- Jensen, P. (2009): "A learning perspective on the offshoring of advance service", *Journal of international Management* 15, 181 – 193.
- Kremer, M. (1993): "The O-Ring Theory of Economic Development", *The Quarterly Journal of Economics* 108, 551-75.
- Markusen, J. (2005): "Modeling the offshoring of white-collar services: from comparative advantage to the new theories of trade and FDI", Working Paper 11827, National Bureau of Economic Research.
- Mayer, T. and Ottaviano, G. (2008): "The Happy Few: The internationalization of European Firms", *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 43(3), 135-148.
- Metters, R. and Verma, R. (2008): "History of offshoring knowledge services", *Journal of Operations Management* 26, 141-147.

Mitra, D., Ranjan, P. (2008): "Temporary shocks and offshoring: The role of external economies and firm heterogeneity", *Journal of Development Economics* 87 (2008), pp. 76-84.

OECD (2007): *Offshoring and Employment. Trends and Impacts*.

OECD (2010): *OECD Economic Globalisation Indicators*.

OECD (2011): *OECD Perspectives: Spain Policies for a sustainable recovery*.

Trefler, D. (2005): "Service offshoring: Threats and opportunities", *Brookings Trade Forum* 35-60.

Annex 5.1: Correspondence of low-tech and high & medium-tech activities and the two-digit NACE Rev.2 class

NACE Rev. 2	Low-tech manufacturing
10 – 12	Food, beverages and tobacco
13	Textile
14	Wearing apparel
15	Leather and footwear
16	Wood and cork
17	Paper and paper products
18	Printing and reproduction of recorded media
19	Coke and refined petroleum products
22	Rubber and plastic products
23	Other non-metallic mineral products
24	Basic metals
32	Other manufacturing
31	Furniture
33	Repair and installation of machinery and equipment
	High & medium-tech manufacturing
20	Chemicals and chemical products
21	Pharmacy
25	Metal products (except machinery and equipment)
26	Computer, electronic and optical products
27	Electrical equipment
28	Machinery and equipment n.e.c.
29	Motor vehicles, trailers and semi-trailers
30	Other transport equipment
	Low-tech services
45 – 47	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
49 – 53	Transportation and storage
55 – 56	Accommodation and food service activities
64 – 66	Financial and insurance activities
68	Real estate activities
69 - 71, 73 - 75	Other activities (except R&D services)
77 – 82	Administrative and support service activities
85 (except 854)	Education
86 – 88	Human health and social work activities
90 – 93	Art, entertainment and recreation
95 – 96	Other service activities
	High & medium-tech services
58 – 63	Information and communication
72	Scientific research and development

Annex 5.2: Contrast of normality of errors

A. All firms:

1. Errors distribution test (Wooldridge contrast(2002))

```
F( 5, 8407) = 4.2e+16
Prob > F = 0.0000
```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.7411471	.860899
e	.1311296	.3621182
u	.2917982	.5401835

Test: Var(u) = 0

```
chi2(1) = 33022.56
Prob > chi2 = 0.0000
```

2. heteroskedastic test

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

```
chi2 (8407) = 2.8e+36
Prob>chi2 = 0.0000
```

3. Autocorrelation test Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

```
F( 1, 5612) = 330.171
Prob > F = 0.0000
```

B. Manufacturing firms

1. Errors distribution test (Wooldridge contrast(2002))

```
F(5, 5219) = 2.7e+16
Prob > F = 0.0000
```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.5949644	.7713393
e	.1007152	.3173566
u	.2440884	.4940531

```

Test:    Var(u) = 0
          chi2(1) = 23214.37
          Prob > chi2 = 0.0000

```

2. heteroskedastic test
H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

```

chi2 (5220) = 2.4e+36
Prob>chi2 = 0.0000

```

3. Autocorrelation test test Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F(1, 3620) = 170.560
Prob > F = 0.0000

C.Manufacturing firms with output

1. Errors distribution test (Wooldridge contrast(2002))

```

F( 6, 5140) = 2.1e+16
Prob > F = 0.0000

```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.6002324	.7747467
e	.1003291	.3167478
u	.239326	.4892095

```

Test:    Var(u) = 0
          chi2(1) = 23461.86
          Prob > chi2 = 0.0000

```

2. heteroskedastic test

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

```

chi2 (5141) = 6.9e+36
Prob>chi2 = 0.0000

```

3. Autocorrelation test Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F(1, 3567) = 163.977
Prob > F = 0.0000

D.Services firms

1. Errors distribution test (Wooldridge contrast(2002))

```
F( 5, 3221) = 1.5e+16
Prob > F = 0.0000
```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

```
leinvest[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]
```

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
leinvest	.9532468	.9763436
e	.1842101	.4291971
u	.3489386	.5907103

Test: Var(u) = 0

```
chi2(1) = 10130.04
Prob > chi2 = 0.0000
```

2. heteroskedastic test

```
H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i
chi2 (3221) = 1.1e+37
Prob>chi2 = 0.0000
```

3. Autocorrelation test Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

```
F( 1, 1989) = 160.476
Prob > F = 0.0000
```

Annex 5.3: Supplementary estimates.

Table A.5. Demand for researchers (in logs). RE model

	All Firms	Manufacturing firms	Services firms
R&D offshoring (in logs)	0.016*** (0.001)	0.014*** (0.001)	0.020*** (0.002)
Domestic innovation expenditures (in logs)	0.051*** (0.001)	0.037*** (0.001)	0.077*** (0.003)
Wages of researchers (in logs)	-0.105*** (0.004)	-0.088*** (0.005)	-0.141*** (0.009)
Wages of other employees (in logs)	-0.022*** (0.001)	-0.018*** (0.001)	-0.027*** (0.001)
Large firm	0.426*** (0.013)	0.414*** (0.015)	0.444*** (0.026)
Exporter	0.070*** (0.008)	0.047*** (0.009)	0.101*** (0.015)
Foreign capital	0.078*** (0.014)	0.082*** (0.015)	0.071** (0.029)
Manufacturing firms	1.727*** (0.332)		
High and medium-tech manufacturing	-0.798** (0.350)	-0.708** (0.321)	
High and medium-tech services	0.515*** (0.075)		0.530*** (0.085)
Beverages	-1.886*** (0.331)	-1.973*** (0.302)	
Tobacco	-1.879*** (0.333)	-1.975*** (0.303)	
Textile	-1.708*** (0.338)	-1.801*** (0.308)	
Wearing apparel	-1.813*** (0.340)	-1.909*** (0.310)	
Leather and footwear	-2.004*** (0.337)	-2.106*** (0.307)	
Wood and cork	-1.878*** (0.336)	-1.970*** (0.306)	
Paper and paper products	-1.862*** (0.340)	-1.966*** (0.310)	
Printing and reproduction of recorded media	-0.784*** (0.118)	-0.973*** (0.113)	
Coke and refined petroleum products	-0.217* (0.123)	-0.349*** (0.118)	
Rubber and plastic products	-1.864*** (0.332)	-1.963*** (0.303)	
Other non-metallic mineral products	-1.879*** (0.333)	-1.974*** (0.303)	
Basic metals	-1.854*** (0.334)	-1.926*** (0.304)	
Other manufacturing	-1.056*** (0.118)	-1.249*** (0.114)	
Furniture	-0.408*** (0.120)	-0.586*** (0.115)	
Repair and installation of machinery and equipment	-0.732*** (0.120)	-0.915*** (0.115)	
Chemicals and chemical products	-0.935*** (0.118)	-1.124*** (0.113)	
Pharmacy	-0.895*** (0.121)	-1.063*** (0.116)	
Metal products (except machinery and equipment)	-0.723*** (0.172)	-0.897*** (0.161)	
Electrical equipment	-0.518*** (0.152)	-0.684*** (0.143)	
Machinery and equipment n.e.c.	-1.969*** (0.334)	-2.070*** (0.304)	
Motor vehicles, trailers and semi-trailers	-1.642*** (0.334)	-1.738*** (0.304)	
Other transport equipment	-1.728*** (0.336)	-1.838*** (0.306)	
Retail trade	-0.074 (0.064)		-0.085 (0.073)

	All Firms	Manufacturing firms	Services firms
repair of motor vehicles and motorcycles	0.038 (0.124)		0.065 (0.140)
Accommodation and food service activities	-0.208*** (0.073)		-0.200** (0.083)
Financial and insurance activities	-0.244*** (0.079)		-0.239*** (0.090)
Real estate activities	0.085 (0.054)		0.074 (0.062)
Other activities (except R&D services)	0.074 (0.107)		0.102 (0.121)
Administrative and support service activities	0.601*** (0.076)		0.577*** (0.086)
Education	0.194*** (0.033)		0.206*** (0.037)
Human health and social work activities	-0.136** (0.055)		-0.114* (0.063)
Art, entertainment and recreation	0.025 (0.078)		0.078 (0.089)
Other services activities	0.028 (0.057)		0.055 (0.065)
Information and communication	0.007 (0.150)		0.057 (0.169)
R&D services	0.054 (0.066)		0.097 (0.074)
Year 2005	-0.048*** (0.007)	-0.032*** (0.008)	-0.073*** (0.015)
Year 2006	-0.024*** (0.008)	-0.019** (0.008)	-0.031** (0.015)
Year 2007	-0.022*** (0.008)	-0.028*** (0.008)	-0.015 (0.016)
Year 2008	0.007 (0.008)	-0.005 (0.009)	0.024 (0.016)
Year 2009	0.025*** (0.008)	0.009 (0.009)	0.049*** (0.017)
Constant	1.479*** (0.051)	3.255*** (0.306)	1.595*** (0.095)
Number of observations	33,134	21,214	11,920
Number of firms	8,407	5,220	3,221

Source: Own calculation from database PITEC 2004-2009.

Note: Estimated standard errors between parentheses. Coefficients significant at: 1%***. 5%** . 10%*.

Capítulo 6: Conclusions

The aim of this thesis is to offer a deeper analysis of R&D offshoring by innovative Spanish firms, in order to ascertain which aspects and variables contribute to it being carried out and whether this carrying out impinges on demand for researchers in Spain. With this aim in mind, the thesis contains a chapter in which there is a review of the literature and three chapters of empirical analysis. Subsequently there is a summary of the main conclusions and some possible future lines of research are suggested.

Chapter 2 begins with a discussion on the terms offshoring and outsourcing, which in some cases are used in an unclear, misleading way. Then, comes a bibliographical review of various studies made in the field of international offshoring and outsourcing from several viewpoints. This review highlights the fact that, albeit offshoring was previously associated with intermediate manufactured goods, in recent decades it has increased in the service sector, being used not just as a way of reducing costs, but also as a way of taking advantage of technology, knowledge and geographical location.

At the present, time comparative advantage is not only associated with physical and natural capital, but also with human capital, which has led to some countries specializing in technological work requiring a high component of skilled workers, thus making offshoring a way of hiring abroad the services needed for domestic production.

Works by authors who have studied the topic of offshoring and outsourcing are classified in two large groups; the first includes studies on theoretical foundations of a macroeconomic nature, normally backed by general equilibrium models mentioning two countries, North and South, in an attempt to discover the causes and differences in the way in which this activity takes place between countries. In this group one finds authors such as Glass and Saggi (2001), Antràs and Helpman (2004) or Grossman and Rossi-Hansberg (2008).

In the second group, are authors such as Hijzen et al. (2005), Canals (2006), Ekholm and Hakkala (2006) or Geisheker and Görg (2013), who study the phenomenon from more of a microeconomic viewpoint stressing the relationship with labor markets. These works

in general find that outsourcing or offshoring have a different effect on skilled workers, since the latter receive an extra bonus which opens up a gap between their wages and those of the unskilled staff. This leads to the conclusion that there is a complementary relationship between international outsourcing and skilled labor, which clearly will vary from country to country according to public policies in the labor market (interindustrial mobility and labor rigidity).

Chapter 3 includes an analysis of the information available in the Technological Innovation Panel (PITEC) during the period between 2004 and 2010 on a specific type of offshoring: the offshoring of R&D services. R&D activities may be carried out within the firm (in-house R&D) or acquired from outside the firm by contract or agreement (external R&D). Similarly, the purchase of services may take place in the country or abroad, and suppliers may be firms from the same business group, other firms from outside the group, public bodies, universities, etc.

In this database, the sample of firms who spend money on innovation is around an average of 7,500 firms each year, of which 57% are manufacturers, 37% are services and the rest belong to other activity sectors. Approximately 7% of innovative firms carry out R&D offshoring, the percentage being 8% in manufacturing firms and 5% in services.

To make an initial exploratory examination of the determinants of R&D offshoring, firms' decisions to contract R&D abroad were analyzed by means of probit models. In them, characteristics typical of firms were introduced as explanatory variables. It was found that being an exporting firm, carrying out continuous R&D activity, applying for patents, being a subsidiary and a large firm positively affected the probability of carrying out R&D offshoring.

In this chapter, moreover, there is a specific study of those firms belonging to business groups, who therefore may purchase R&D services through the group and/or via the market. In this case, both multinomial type and generalized Tobit-type models are estimated. The exploration carried out contributes to our knowledge of the recent behavior of innovative Spanish firms with regard to their decisions on buying R&D services abroad, pointing out differences existing between manufacturing and service

firms and highlighting the peculiar behavior of firms belonging to business groups. The findings are in general in accordance with the previous empirical evidence obtained with the same database (García-Vega and Huergo, 2010 and 2011) and serve as a basis for a deeper analysis made in later chapters.

So, in Chapter 4 there is an analysis as to whether firms located in Spain and belonging to multinationals make their R&D imports according to the relative trust between the parent company's country and Spain. Specifically, the hypothesis to be tested is that trust between countries acts as a spur to international R&D outsourcing, whilst it is a deterrent to intragroup technology transfers.

The analysis combines the PITEC information with other statistical sources which, together with the degree of bilateral trust, leads to a definition of some characteristic measures of the headquarters country and of the similarity between that country and Spain. Specifically, following Guiso et al. (2009), the information used on the trust in Spain shown by citizens of the other country is obtained from the Eurobarometer of the European Commission, with the measure of relative trust being defined as the coefficient between average trust shown by the citizens of that country towards Spanish citizens and the average amount of trust they have in all the other countries. The final sample consists of 3,447 observations for the period 2004-2010, reduced to 2,959 when Spain is excluded as a headquarters country.

To compare the effect of trust on R&D offshoring which is carried out intragroup and/or via the market, two different methodologies are used. Firstly, generalized Tobit models are used to measure the determinants of the intensity of R&D offshoring via each of these channels separately. Secondly, a bivariate Probit or Biprobit model is estimated. This leads to the consideration that decisions taken by firms on carrying out R&D offshoring either intragroup or via the market may be correlated.

The evidence obtained confirms that, after controlling for the characteristics of the firm and the country which is the headquarters of the multinational, relative trust in Spain has a negative effect on the intensity of intragroup technology purchases, whereas the influence is positive in the case of the decision to make these purchases through the

market. All of this suggests that the policy measures which might contribute to the development of a degree of trust in Spanish institutions or agents will have consequences on any foreign technological investment which might be made in Spain.

It is worth pointing out that this analysis has some limitations which mark the path for future research work. Firstly, an aspect which I have not been able to consider in this chapter is the importance of changes in the nationality of the headquarters country on technological flows, since not enough observations are available with this characteristic in the sample. As the size of the PITEC increases, the analysis of the technology transfers of multinational firms with subsidiaries in Spain could bear in mind the change of ownership of the multinational, particularly when this change means that the mother company has to modify its headquarters country.

Secondly, the measure of relative trust used in the analysis has a countrywide dimension, but does not change over time due to its formulation in the Eurbarometer. Although this dimension can be expected to be relatively stable in time, as the analysis refers to a context of firm and year, the lack of variability over time could be giving rise to less robust results.

Finally, in this chapter, analysis has centered on the determinants of R&D offshoring within and outside the group. Though the intensity of inhouse R&D in the firm has been taken into account as an element which might promote outside R&D contracting, to the extent that it reflects the capacity to absorb the new external knowledge, a more sophisticated analysis of company R&D strategies would involve a consideration of all available options (and their combinations): inhouse R&D, national R&D outsourcing, international R&D outsourcing, R&D offshoring within the group, national technological cooperation, international technological cooperation. The existence of complementarity or substitutability among these strategies, a limited number of which have been studied in other works (Holl and Rama, 2012), are beyond the aims of this work.

Furthermore, the analysis in Chapter 5 relates R&D offshoring with the labor market. Recent studies suggest that, in general, offshoring services produces a positive effect on workers' employment and wages in the case of skilled workers and the opposite in the

case of unskilled ones (Crinò, 2010). The aim of this chapter is to make a contribution to the debate by analyzing the impact of R&D offshoring on demand for one of the most skilled types of workers, researchers taking part in R&D activities.

Following Amiti and Wei (2006), Criscuolo and Garicano (2010) or Crinò (2010), the methodology used consists of estimating a conditional demand function for researchers in which R&D offshoring is an extra factor. The results obtained from available information from Spanish firms on PITEC suggest that there exists a positive relationship between R&D offshoring and skilled employment for Spanish firms. Specifically, if firms doubled the amount of R&D offshoring their demand for researchers would show around an 8% increase. Moreover, elasticity of demand with regard to offshoring in service firms is double that of manufacturing firms. Nevertheless, as was to be expected, given the specific type of offshoring considered in this study, the magnitude of the elasticity is lower in the subsample of service firms who carry out R&D activities.

Thus, evidence suggests that, except for the specific case of firms supplying R&D services, the R&D offshoring carried out by firms from other sectors is a spur to the contracting of national skilled labor, and may even have a positive global effect on countries with high skill levels.

These results should be interpreted with caution due to the restrictions of information in the database regarding the price of products and of some inputs unavailable with the level of disaggregation required at the time of this research. The results will be more precise to the extent that the analysis of this firm level disaggregated information can be incorporated, showing a natural extension of the investigation.

Obviously, the examination of that same relationship in other countries and the extension of the time period covered in the analysis would be extremely useful for testing the generality of the results and their stability throughout the economic cycle, especially if it makes it possible to compare the boom years with the crisis ones.

References

- Amiti, M. and Wei, S.-J. (2006): "Does service offshoring lead to job losses? Evidence from the United States", NBER Chapters, in: *International Trade in Services and Intangibles in the Era of Globalization*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Antràs, P. and Helpman, E. (2004): "Global Sourcing", *Journal of Political Economy* 112(3), 552-580.
- Canals, C. (2006): "What explains the widening wage gap? Outsourcing vs. technology", Working Paper Series No. 01/2006, La Caixa.
- Crinó, R. (2010): "Service offshoring and white-collar employment", *Review of Economic Studies* 77, 595-632.
- Criscuolo, C. and Garicano, L. (2010): "Offshoring and Wage Inequality: Using Occupational Licensing as a Shifter of Offshoring Costs", *American Economic Review*, May (2), 439-443.
- Ekholm, K. and Hakkala, K. (2006): "The effect of offshoring on labor demand: Evidence from Sweden", *CEPR Discussion Papers* 5648.
- García-Vega, M. and Huergo, E. (2010): "Transferencia de tecnología de las multinacionales", in L. Sanz and L. Cruz (coord.): *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- García-Vega, M. and Huergo, E. (2011): "Determinants of International R&D Outsourcing: The role of trade", *Review of Development Economics* 15(1), 93-107.
- Geishecker, I. and Görg, H. (2013): "Services offshoring and wages: Evidence from micro data", *Oxford Economic Papers* 65(1): 124-146.
- Glass, A.J. and Saggi, K. (2002): "Innovation and wage effects of international outsourcing", *European Economics Review* 45, 67-86.
- Grossman, G. and Rossi-Hansberg, E. (2008): "Trading Task: A Simple Theory of offshoring", *The American Economic Review* 98(5), 1978-1997.
- Guiso, L., Sapienza, P., and L. Zingales (2009): "Cultural biases in economic exchange?" *The Quarterly Journal of Economics* 124(3), 1095-1131.
- Hijzen, A., Görg, H. and Hine, R.C. (2005): "International outsourcing and the skill structure of labor demand in the United Kingdom", *Economic Journal* 115, 860-78.
- Holl, A. and Rama, R. (2012): "Foreign subsidiaries and technology sourcing in Spain", MPRA Paper 42328, University Library of Munich, Germany, revised Oct 2012.
- Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Available in: http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx